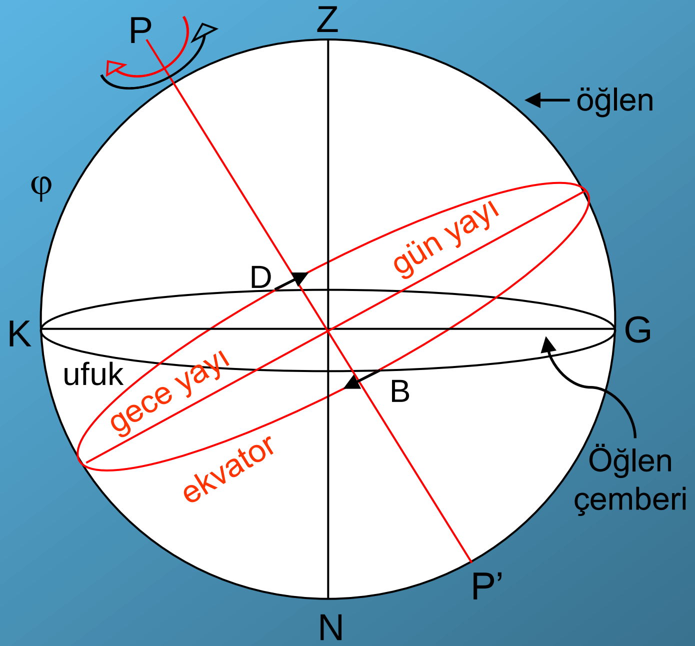
Görünürdeki Hareketler

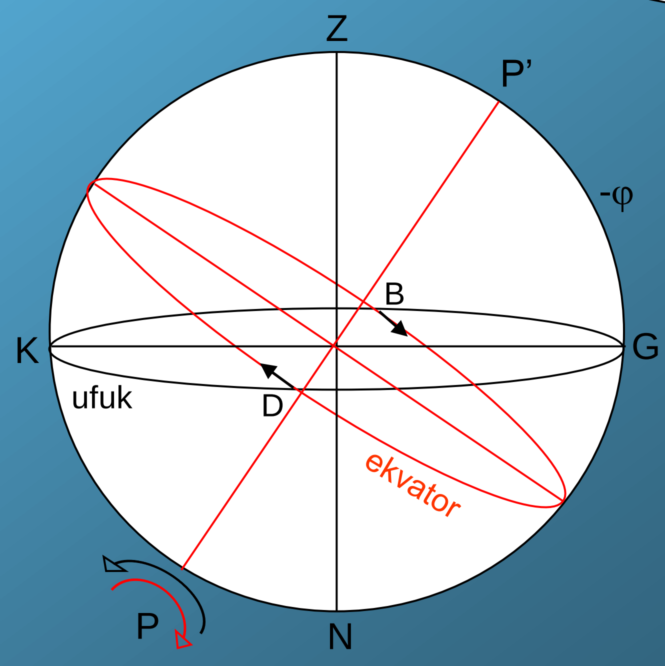
Gök cisimlerinin gök küresi üzerinde yer değiştirmeleri sonucu fark edilen hareketleri görünür hareketlerdir. Gözlemci bu kürenin merkezindedir. Kimi zaman gözlemci Yer'in merkezinde kabul edilir. Çünkü sonsuz yarıçaplı kürede Yer bir nokta gibidir.

Ufuk: Gözlemcinin bulunduğu noktadaki çekül doğrultusuna dik olan düzlemin gök küresi ile arakesitine gökbilim ufuk veya ufuk çemberi denir.

Günlük hareket, gök cisimlerinin topluca yaptığı dönme hareketidir. Günlük hareket saatin dönme yönündedir (-).

Kuzey yarım kürede bulunan gözlemci için





Güney yarım kürede bulunan gözlemci için

Gök kutupları ve ekvator çemberi gök küresi üzerinde sabittir. Zenit, ufuk ve öğlen çemberi ile doğu – batı, kuzey – güney noktaları gözlem yerine bağlı olarak değişirler. Gök cisimlerinin her gün gördüğümüz toplu hareketlerine "günlük hareket" denir. Bu hareketin dönme süresi bir gündür. Bir gözlemci bu harekete katılan yıldızların kimini görür, kimini hiç görmez. Kimini birkaç saat görür, kimini her zaman görür. Bu durumlar yıldızın gök küresi üzerindeki yerine ve gözlemcinin bulunduğu enleme bağlıdır.

Günlük harekette yıldızlar, doğarlar, ufkun üstünde bir süre yükselirler ve öğlen çemberine gelince en yüksek noktaya erişirler. Bu anda yıldız üst geçiştedir denir. Sonra gittikçe alçalır ve daha sonra batarlar. Ufkun altında da bu hareketi sürdürürler. Ve yine öğlen çemberinde en alçak noktaya erişirler. Bu anda yıldız alt geçiştedir denir. Sonra tekrar yükselir ve bir süre sonra yeniden doğarlar. Her yıldız böylece kendine özgü bir çember üzerinde dolaşır. Bu çembere yıldızın günlük hareket çemberi denir. Bu çember ekvatora paraleldir. Ekvatorda en büyük olur. Kutuplara doğru gidildikçe küçülür. Genellikle bu çemberin bir parçası ufkun üstünde, diğer parçası da ufkun altında kalır. Üstteki parçaya "gün yayı" alttakine de "gece yayı" denir (Güneş'e göre tarifi). Yıldızlarda durum terstir.gün yayları gece, gece yayları da gündüz çizerler. Gün yayı görülme süresine karşılıktır. Bu nedenle gün yayı değimi yerine, karışıklığı önlemek için "görülme süresi" değimi tercih edilir.

180° lik gün yayı = 12^{sa} lik görülme süresidir.

Şimdi, yıldızların gök küresi üzerinde bulundukları yerlere göre gün ve gece yaylarını, veya görülme sürelerini irdeleyelim. Önce bazı tanımları hatırlayalım:

Dikaçıklık (δ): Bir yıldızın ekvatora dik olan saat çemberi boyunca ekvatordan olan açısal uzaklığına denir. Kuzeye doğru 0° ile +90° ve güneye doğru 0° ile -90° arasında ölçülür. Yer küresi üzerinde enlem ne ise, gök küresinde dikaçıklık o dur.

<u>İrdeleme</u>

1. φ = sabit

a. Yıldız ekvatorda ise δ = 0°

Y1 üst geçişte; DY_1B = gün yayı = 180° = 12^{sa}

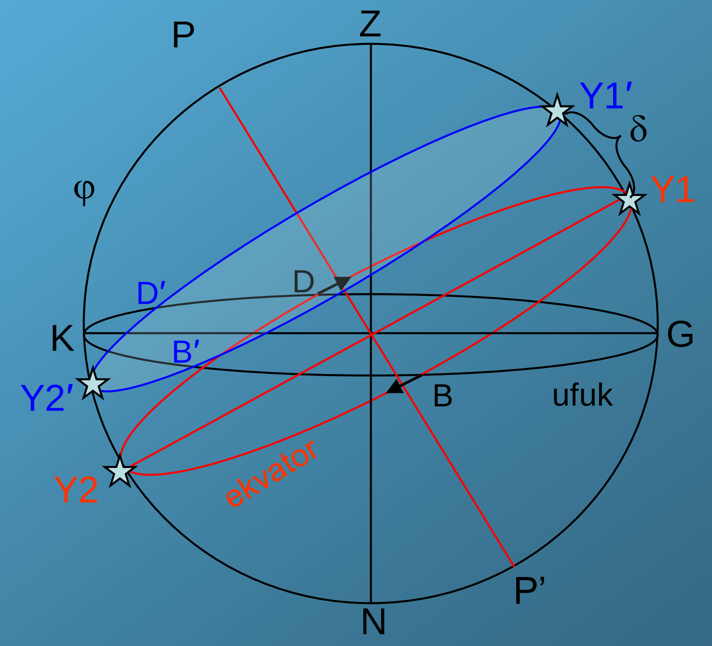
Y2 alt geçişte; DY_2B = gece yayı = 180° = 12^{sa}

b. δ > 0° olan yıldız için,

$D'Y_1'B'$ = gün yayı = görülme süresi > 12^{sa}

$B'Y_2'D'$ = gece yayı = görülmeme süresi < 12^{sa}

Doğu ve batı noktaları kuzeye doğru kaymıştır.



c. δ = 90° - φ olan yıldız için; bu yıldız hiç batmaz

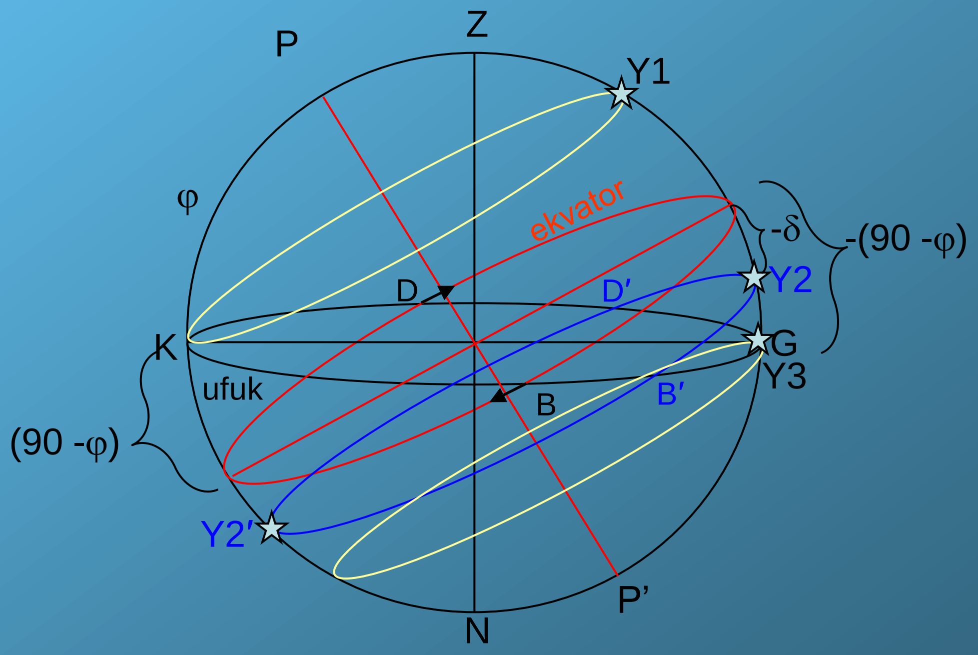
$\delta \geq$ 90° - φ olan yıldızlar batmayan yıldızlardır

d. δ < 0° olan yıldız için doğu ve batı noktaları güneye doğru kaymıştır.

D′Y2B′ = görülme süresi < 12^{sa}

B′Y2′D′ = görülmeme süresi > 12^{sa}

e. $\delta \geq$ -(90° - φ) olan yıldızlar ise hiç doğmazlar. Doğmayan yıldızlardır.



2. φ değişsin

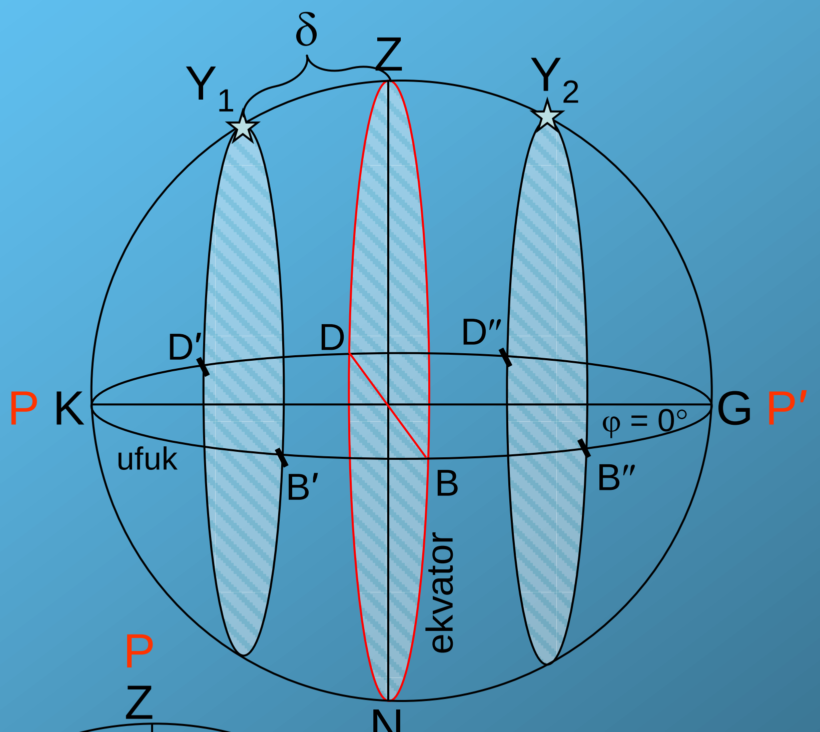
a. φ = 0° (gözlemci ekvatorda)

δ = 0° olan bir yıldız için görülme süresi 12^{sa}

b. δ > 0° olan yıldız için D ve B noktaları kuzeye doğru kayar. Görülme süresi = 12^{sa}

c. δ < 0° olan yıldız için D ve B noktaları güneye doğru kayar. Görülme süresi = 12^{sa}

φ= 0° olan yerde doğmayan ve batmayan yıldız yok.

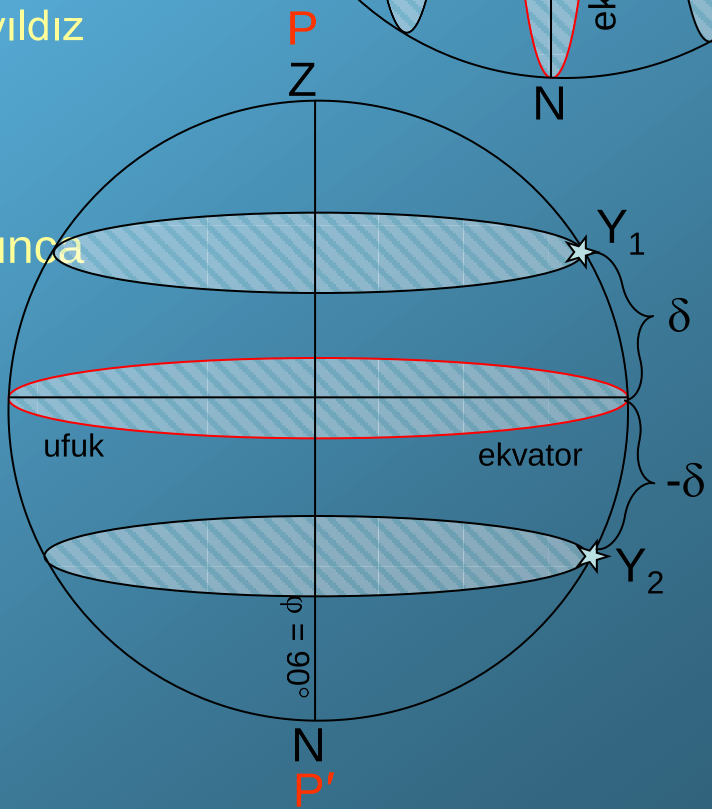


d. φ = 90° (gözlemci kuzey kutupta)

δ= 0° olan bir yıldız ufuk çemberi boyunca dolaşır.

δ> 0° ise hiç batmaz (Y_1)

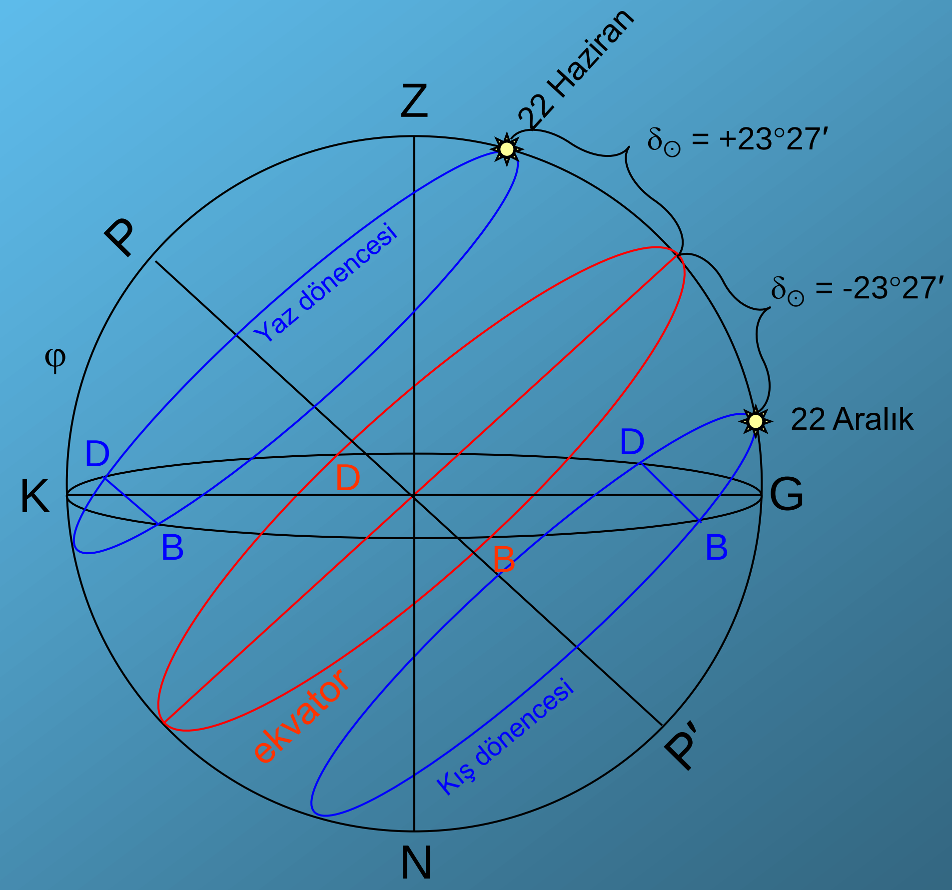
δ < 0° ise hiç doğmaz (Y_2)



Güneş’inGörünürdeki Hareketi

Güneş de günlük harekete katılır. O da her gün doğar, gün yayını çizer ve sonra batar. İlk bakışta bu hareket görünüşte herhangi bir yıldızınki gibi görülür. Fakat yıl boyunca yapılacak bir gözlem sonucunda iki önemli fark ortaya çıkar. Bunlar:

1. Güneş yıldızlarla birlikte doğup batmıyor. Her gün yıldızlardan 4^{dk} daha geç doğuyor (gün 4^{dk} gerileme hareketi yapıyor = 4^{dk} $gün^{-1}$)
2. Görülme süresi (gün ve gece yayları) yıl boyunca değişiyor. Doğup battığı noktalar değişiyor. Yörüngesi yıl boyunca ekvatorun iki yanında salınıyor.



Güneş’in gök küresindeki yıllık gezintisi

$\delta_\odot = 23°27'$ ise DGB > 180°(=12^{sa}) = gün yayı

$\delta_\odot = -23°27'$ ise DGB < 180°(=12^{sa})

Eğer Yer, Güneş çevresinde dolanmasaydı ve Güneş de yıldızlar gibi çok uzakta olsaydı böyle bir değişiklik olmazdı değişikliğin nedenine bir göz atacak olarsak;

- Kolaylık olsun diye Güneş'in ekvatorda bulunduğu bir tarihi (21 Mart ya da 23 Eylül) düşünelim. Yine ekvatorda bulunan ve sabaha karşı doğan bir yıldızı seçelim. Yıldızın ve Güneş'in doğma saatlerini saptayalım. Varsayalım ki Güneş yıldızdan 3^{sa} 16^{dk} sonra doğmuş olsun. Birkaç gün aynı gözlem yapılırsa ikinci gün Güneş'in 3^{sa} 20^{dk}, 3. gün 3^{sa} 24^{dk} sonra doğduğu görülür. O halde Güneş gök küresi üzerinde, günlük hareketin ters yönünde günde $\sim 4^{dk}$, açı olarak $\sim 1°$ geri kalmaktadır. Bu gerilemenin daha ayrıntılı değeri 3^{dk} 56^{sn} dir.

- Gün ve gece yayları yıl boyunca sürekli olarak değişir. Kuzey enlemlerde yazın günler uzun geceler kısadır. Kışın ise geceler uzun gündüzler kısadır. 21 mart ve 23 eylülde gece gündüz eşittir. Çünkü Güneş bugünlerde ekvator üzerindedir. 21 marttan sonra güneş her gün ~ 15'.6 kuzeye doğru kayar ve böylece günler uzamaya başlar. Bu yöndeki kayma 22 Hazirana kadar sürer. Bu tarihte Güneş maks. δ değerine erişir ($\delta_{\odot} = +23° \ 27' = +\varepsilon$). Bu gün günlerin en uzun olduğu tarihtir. Bundan sonra Güneş bir süre durakladıktan sonra güneye doğru kayarak her geçen gün ekvatora doğru yaklaşır. Bunun sonucu günler kısalmaya başlar. Güneş'in kuzeye erişebildiği 23° 27' uzaklıktaki paralel çembere "yaz dönencesi" denir. Olay, gün uzamasından gün kısalmasına geçiştir. Onun için bu geçişin olduğu güne "gün dönümü" denir.

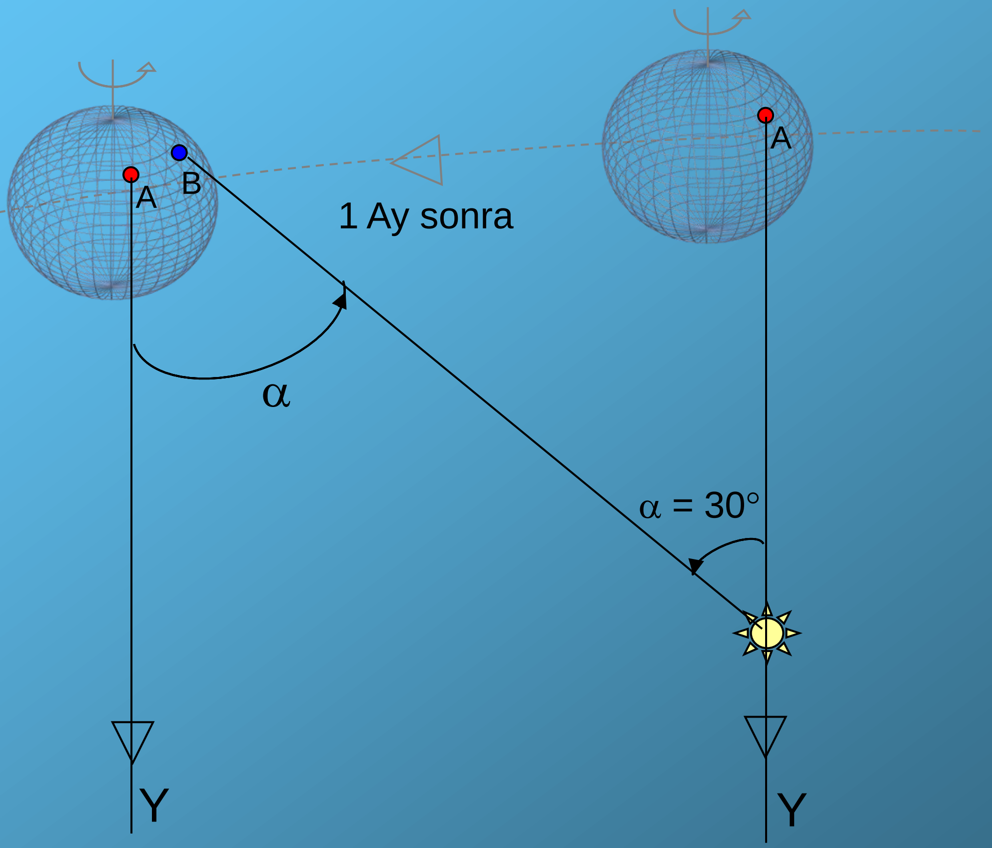
- Yaz dönencesinden sonra güneş 23 Eylülde yeniden ekvatora gelir ve $\delta_{\odot}$ =0° olur. Gece ile gündüz yine eşittir. Güneye doğru kayması devam etmektedir. 22 Aralıkta güneye doğru ekvatordan en büyük açısal uzaklığa ($\delta_{\odot}$ = -23° 27') erişir. Güneş "kış dönencesindedir". Bu da ikinci bir "gündönümü" dür. Çünkü o gün kuzey yarım kürede gece en uzun gecedir. Bundan sonra gece kısalmaya başlar. Bu tarihten sonra güneş kuzeye yönelir ve 21 martta yeniden ekvatora gelir. Güneşin 1 yıl içerisinde yaptığı bu gezinti ile 1 yıl dörde ayrılmış oluyor. Bunlardan her birine mevsim denir. Sırasıyla ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış.

İncelenen bu iki olayın gerçek durumuna bir bakalım:

Kepler yasalarından, Yer'in Güneş çevresinde bir elips yörünge üzerinde artı yönde dolandığı bilinir. Yerin ekvator düzlemi ile yörünge düzlemi arasında + ε = +23° 27' lık bir açı vardır. Yer de (+) yönde kendi ekseni etrafında döner. Dolanma boyunca Yer'in dönme ekseninin doğrultusu değişmez. Bu durumda yukarıda ve bir önceki slaytta belirtilen iki özellik:

1. Günde 4dk lık gecikme:

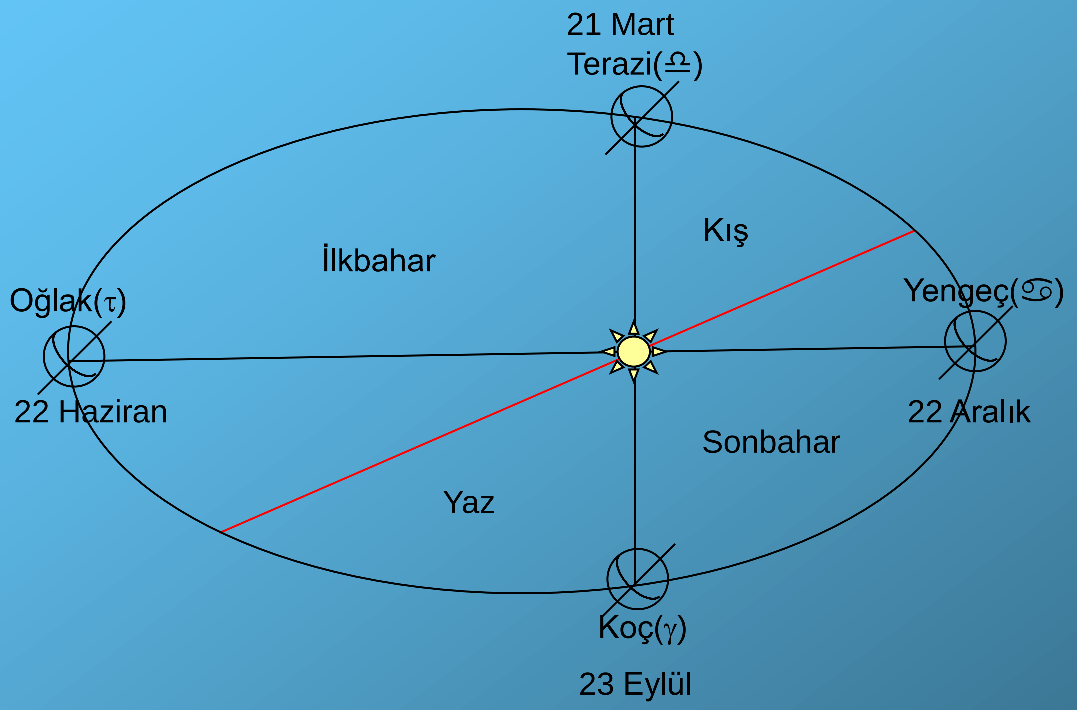
Yer yörünge hareketini 365 günde tamamlar. Buna göre günde 1° (+) yönde ilerler. Herhangi bir anda Güneş bir A yerindeki gözlemcinin öğlen çemberinde olsun. Aynı anda ve aynı doğrultuda bir Y yıldızı var olsun. Varsayalım ki 30 gün sonra durum ne olur? Yer (+) yönde α = 29°.6 kadar ilerleyecektir. O zaman yıldız A'nın öğlenine geldiği an Güneş henüz 29°.6 doğuda bulunur. Güneş'in öğlen çemberine gelmesi için Yer'in daha 29°.6 (+) yönde dönmesi gerekir, yani gözlemci bunun için ~1^{sa} 58^{dk} daha beklemelidir.



Yer'in Güneş çevresinde yörünge hareketi

2. Güneşin ekvatora göre yıllık gezintisi:

Bunu kolayca görmek için yandan görünüşü veren şekle bakalım. 21 martta Güneş tam ekvator düzlemindedir. Dönme ekseni sabit kaldığına göre, Yer'in kuzey bölgesi gittikçe Güneş'e doğru eğilmiş olur. Böylece Güneş ışınları 21 martta ekvatora dik gelirken 22 haziranda $\varphi = 23° \; 27'$ lık enleme dik olarak gelir.



Yer'in yörüngesi ve mevsimler

Demek 21 marttan sonra kuzey enlemlerde gün yayları uzuyor, ışınlar giderek dikleşiyor. Bu iki etki sonucu havalar giderek ısınıyor. Yer yörüngesi elips olduğu için yıl boyunca Yer – Güneş uzaklığı değişir. Gerçekte yörünge çembere çok yakındır. Dış merkezliği e = 0.01675 dir. Bu nedenle sıcaklık değişiminin ihmal edilebilecek kadar küçük olacağı görülür.

Her gün Güneş'in öğlen çemberine geldiği anda onun gök küresi üzerindeki yeri saptanırsa, şu önemli özellikler ortaya çıkar:

1. Güneş'in gök küresi üzerinde yıl boyunca gezindiği çizgi bir çemberdir. Ona tutulum çemberi, onun düzlemine de TUTULUM denir.

2. Güneş bu çember üzerinde ve doğu yönünde (+ yön) günde ortalama 59′.14 kayma yapar. Bunun sonucu yıldızlara göre her gün ortalama 3^{dk} 56^{sn} lik bir gecikme yapar.

3. Bu kaymanın dönemi, yani aynı noktaya yeniden gelme süresi:

$$P_{\odot} = 365.2564 \text{ gün}$$

dür. Bu süreye YILDIZIL YIL denir. Buna göre bu hareketin açısal hızı;

$n_{\odot} = 2\pi / P_{\odot} = 0.0172044 \text{ rad sn}^{-1} = 360° / P_{\odot} = 0^{o}.9856473354 \text{ gün}^{-1} = 59'.14 \text{ gün}^{-1}$

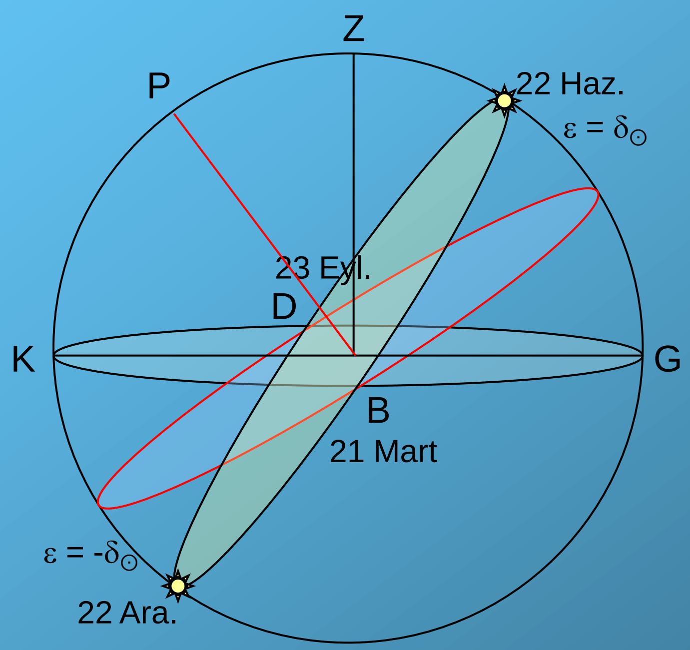
4. Tutulum çemberi ekvatoru iki noktada keser. Bunlara ılım noktaları (ekinoks) denir. 21 martta ilkbahar ılımı ve 23 eylülde sonbahar ılımı denir.

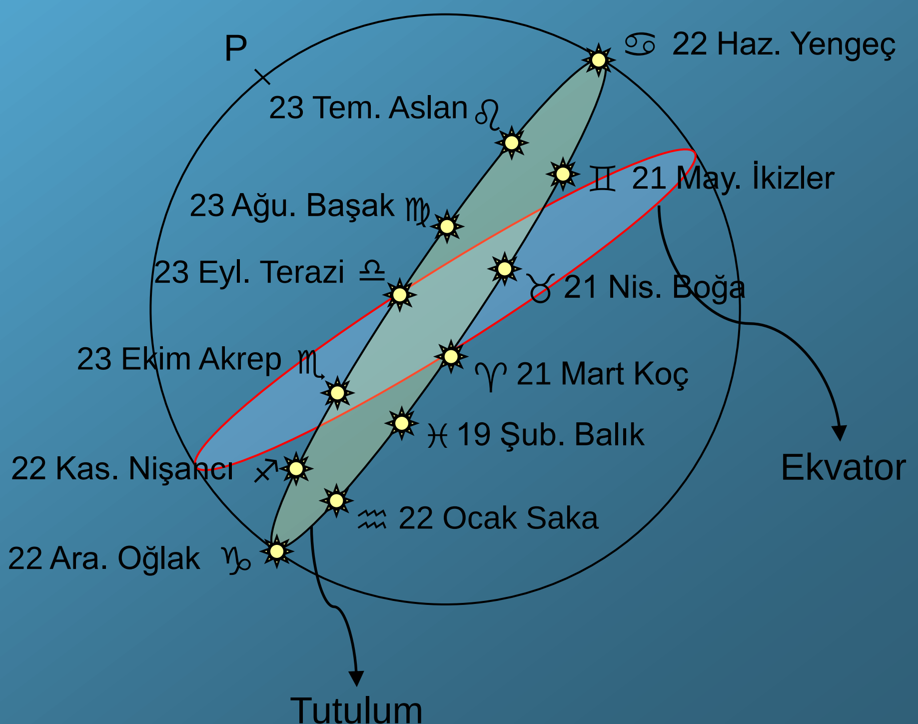
5. İki düzlem arasındaki açı büyük bir yaklaşıklıkla;

ε (1900.0) = 23° 27′ 08″

dir. Bu açıya tutulum eğikliği denir.

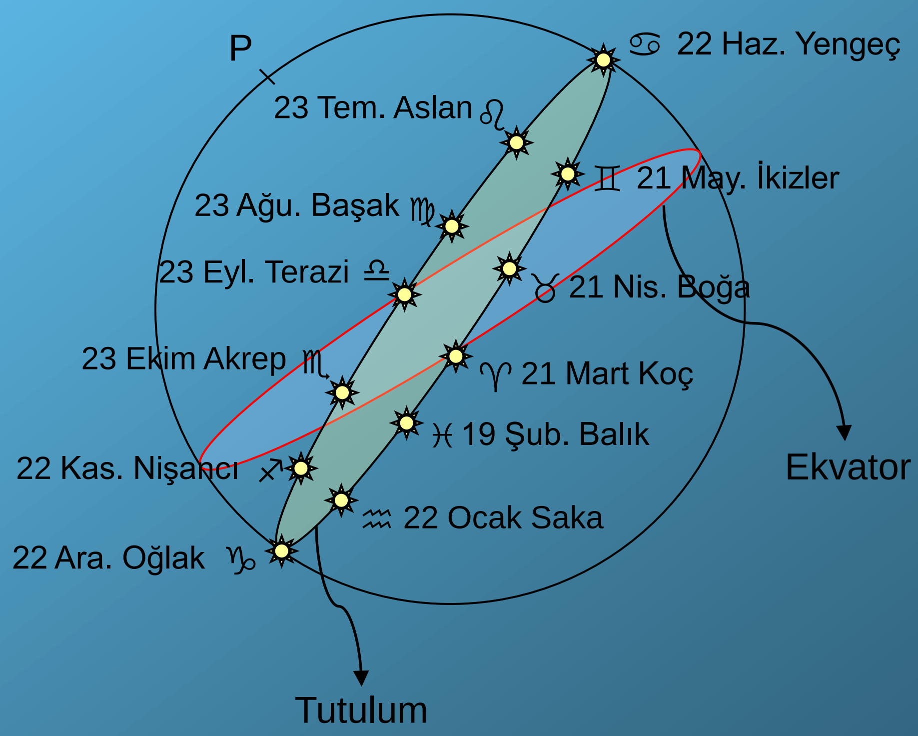
6. Güneş yörünge hareketinin ortalama açısal hızı $n_{\odot}$ dir. Buna göre Güneş tutulum çemberi üzerinde 1 ayda ortalama 29°.57 ≅ 30° lik bir yay çizer. Böylece bir yılda 12 bölmeyi gezer. Bu bölmelere "BURÇ" denmektedir.





7. Tutulum düzlemi gerçekte Yer'in yörünge düzlemidir. Güneş'in görünürdeki yeri ise Yer – Güneş doğrultusunun göğü deldiği noktadır. 21 martta gün ortasında Güneş Koç burcunda, fakat o gece yani 12 saat sonra biz öğlen çemberimizde Terazi burcunu görürüz.

Yer'in dönme ekseni çok yavaşça bir koni hareketi yapar. Ona "devinme olayı (presesyon) – öncelim - " denir. Bunun sonucunda ♈ noktası her yıl ~50″.27 batıya doğru (- yönde) kayar. Bu nedenle M.Ö. 2000 yılında Koç takımyıldızına rastlayan bu nokta Balıklar takımyıldızına kaymıştır.



KONSAYILARIN DEĞİŞİMİ

Saat kon düzeneğinde; (S, δ)

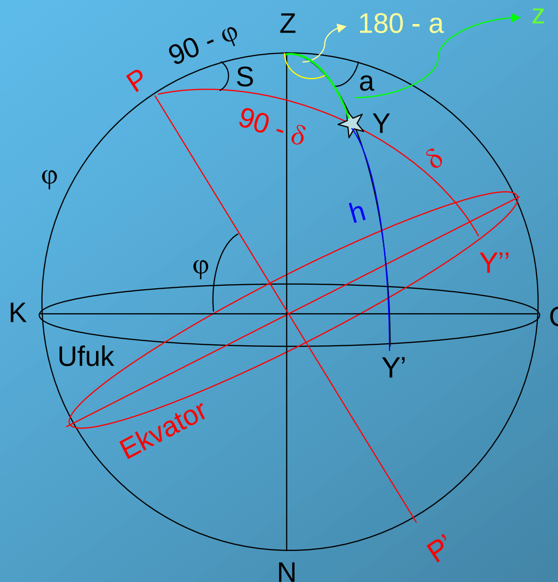
$d\delta = 0$ ...(1)

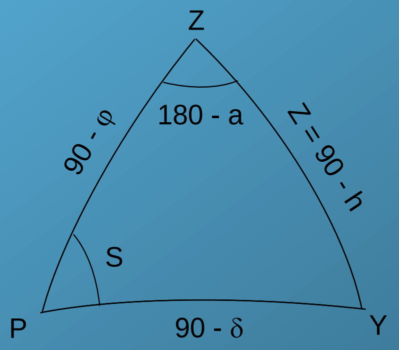
$T = \alpha + S \rightarrow S = T - \alpha$, $d\alpha = 0$

S, T'ye lineer olarak bağlıdır:

$dS = dT$ ...(2)

Ufuk koordinat sisteminde (a, z);





Sin teoremi uygulanırsa,

$\text{Sin } z / \sin S = \sin(90 - \delta) / \sin(180 - a) \rightarrow \sin z / \sin S = \cos\delta / \sin a$

$\text{Sin } z \,.\, \text{Sin } a = \sin S \,.\, \text{Cos } \delta$ ...(3)

Cos teoremi uygulanırsa,

$\text{Cos } z = \cos(90 - \varphi) \,.\, \text{Cos}(90 - \delta) + \sin(90 - \varphi) \,.\, \sin(90 - \delta) \,.\, \text{Cos } S$

$\text{Cos } z = \sin\varphi \,.\, \text{Sin } \delta + \cos\varphi \,.\, \cos\delta \,.\, \text{Cos } S$ ...(4)

Sin (kenar) . Cos (açı) formülü uygulanırsa,

Sin a . Cos B = cos b . Sin c – sin b . Cos c . Cos A idi

Sin z . Cos (180 – a) = cos (90 - φ) . Sin (90 - φ) – sin (90 - δ) . cos (90 - φ) . Cos S

-sin z . Cos a = sin δ . Cos φ - cos δ . Sin φ . Cos S veya

sin z . Cos a = -sin δ . Cos φ + cos δ . Sin φ . Cos S ...(5)

(3), (4) ve (5) denklemlerinin zamana göre diferansiyellerini alalım;

(4) Denklemi için;

-sinz dz = -cos φ . Cos δ . Sin S dS, dt = dS idi

sinz dz = cos φ . Cos δ . Sin S dt ...(6)

(3) Denlemi için;

Cos z . Sin a dz + cos a . Sin z da = - cos S . cos δ dS ...(7) dS yerine dt yazılabilir

(5) Denlemi için;

Cos Z . Cos a dz – sin a . Sin z da = -sin S . cos δ . Sin φ dS ...(8) dS yerine dt yazılabilir

(3)'den sin z = (sin S . Cos δ) / sin a bunu (6) da yerine koyarsak,

(Sin S . Cos δ) / sin a dz = cos φ . Cos δ . Sin S dt

dz / sin a = cos φ dt $\rightarrow$ dz / dt = cos φ . Sin a ...(9)

ki bu, zenit uzaklığının zamanla değişimini veren bağıntıdır.

$\varphi > 0$ için irdeleme

a. $0° < a < 180°$ için $\sin a > 0$ $\cos \varphi > 0$

$dz / dt > 0$ zenit uzaklığı zamanla artar.

b. $180° < a < 360°$ $\sin a < 0$

$dz / dt < 0$ zenit uzaklığı zamanla azalır.

c. $a \approx 0°$ $\sin a \approx 0$

$dz / dt \approx 0$ yani üst geçiş sırasında zenit uzaklığında değişme olmaz.

d. $a \approx 180°$ $\sin a \approx 0$

$dz / dt \approx 0$ alt geçişte de değişme olmaz.

$\varphi < 0$ için irdeleme

a. $0° < a < 180°$ için $\sin a > 0$ $\cos \varphi > 0$

$dz / dt > 0$ zenit uzaklığı zamanla artar.

b. $180° < a < 360°$ $\sin a < 0$

$dz / dt < 0$ zenit uzaklığı zamanla azalır.

c. $a \approx 0°$ $\sin a \approx 0$

$dz / dt \approx 0$ üst geçişte değişme yok

d. $a \approx 180°$ $\sin a \approx 0$

$dz / dt \approx 0$ alt geçişte değişme yok

(7) ve (8) denklemlerini dt'ye bölerek düzenlersek;

$$\cos z.\sin a\frac{dz}{dt}-\cos a.\sin z\frac{da}{dt}=\cos S.\cos\delta \qquad ...(10)$$

$$\cos z.\cos a.\frac{dz}{dt}-\sin a.\sin z\frac{da}{dt}=-\sin S.\cos\delta.\sin\varphi \qquad ...(11)$$

(10) $\rightarrow$ $\frac{dz}{dt}=\frac{\cos S.\cos\delta}{\cos z.\sin a}-\frac{\cos a.\sin z}{\cos z.\sin a}\frac{da}{dt}$

(11) $\rightarrow$ $\frac{dz}{dt}=-\frac{\sin S.\cos\delta.\sin\varphi}{\cos z.\cos a}+\frac{\sin a.\sin z}{\cos z.\cos a}\frac{da}{dt}$ (10) ve (11) den

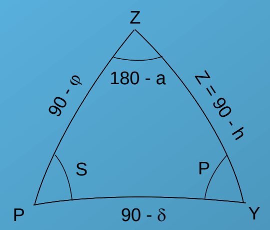
$$\frac{\cos S.\cos\delta}{\cos z.\sin a}-\frac{\cos a.\sin z}{\cos z.\sin a}\frac{da}{dt}=-\frac{\sin S.\cos\delta.\sin\varphi}{\cos z.\cos a}+\frac{\sin a.\sin z}{\cos z.\cos a}\frac{da}{dt}$$

$$\left(\underset{(\sin a)}{\frac{\sin a.\sin z}{\cos z.\cos a}}+\underset{(\cos a)}{\frac{\cos a.\sin z}{\cos z.\sin a}}\right)\frac{da}{dt}=\underset{(\cos a)}{\frac{\cos S.\cos\delta}{\cos z.\sin a}}+\underset{(\sin a)}{\frac{\sin S.\cos\delta.\sin\varphi}{\cos z.\sin a}}$$

sin z . $\overbrace{(\sin^2 a+\cos^2 a)}^{1}$

$$\left(\overbrace{\frac{\sin^2 a.\sin z+\cos^2 a.\sin z}{\sin a.\cos a.\cancel{\cos z}}}\right)\frac{da}{dt}=\frac{\cos a.\cos S.\cos\delta+\sin a.\sin S.\cos\delta.\sin\varphi}{\sin a.\cos a.\cancel{\cos z}}$$

$$\sin z \frac{da}{dt} = \cos\delta.(\cos a.\cos S + \sin a.\sin S.\sin\varphi) \qquad ...(12)$$



Cos(açı) formülü:

$$\cos P = -\cos S.\cos(180-a) + \sin S.\sin(180-a).\cos(90-\varphi)$$

$$\cos P = \cos S.\cos a + \sin S.\sin a.\sin\varphi \qquad ...(13)$$

O zaman (12) ifadesini,

$$\sin z \frac{da}{dt} = \cos\delta.\cos P \qquad ...(14)$$ şeklinde yazabiliriz.

Sin(kenar) Cos(açı) formülü uygulanırsa;

$$\sin(90-\delta).\cos P = \cos(90-\varphi).\sin z - \sin(90-\varphi).\cos z.\cos(180-a)$$

$$\cos\delta.\cos P = \sin\varphi.\sin z + \cos\varphi.\cos z.\cos a \qquad ...(15)$$

O zaman (14) ifadesi,

$$\sin z \frac{da}{dt} = \sin\varphi.\sin z + \cos\varphi.\cos z.\cos a$$ olur. Her iki yanı sin z’ye bölersek,

$$\frac{da}{dt} = \sin\varphi + \cos\varphi.\cot z.\cos a$$ olur ki bu bağıntı azimutun zamanla değişimini verir.

İrdeleme:

1. $\varphi > 0$ için;

a. $z = 90°$, $\cot z = 0$, $da/dt > 0$ yani yıldızlar ufukta iken, yani tam doğma ve batma sırasında azimutları zamanla artar.

b. $a \approx 0°$, $\cos a = 1$, $da / dt \approx \cot z$ (üst geçişte)

$da /dt = \sin \varphi + \cos \varphi \,.\, \cot z$ olur.

c. $a \approx 180°$, $\cos a = -1$ (alt geçişte)

$da/dt = \sin \varphi - \cos \varphi \,.\, \cot z$ olur.

2. Gözlemci tam ekvatorda ise, $\varphi = 0°$, $\sin \varphi = 0$, $\cos \varphi = 1$

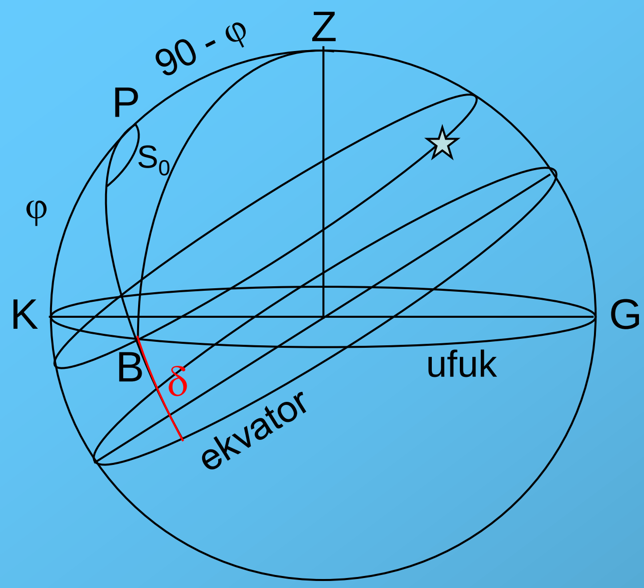
$da / dt = \cot z \,.\, \cos a$ olur. Böyle bir yıldızın üst geçişi için $a \approx 0°$ ise

$da / dt = \cot z$ dir.

Alt geçişi $a \approx 180°$ ise $da / dt = - \cot z$ olur. Burada $z = 90°$ ise $\cot z = 0$ ve $da / dt = 0$ olur ki bu da azimutun zamanla değişmediğini gösterir.

3. $\varphi < 0$ için ÖDEV

Doğma ve Batma

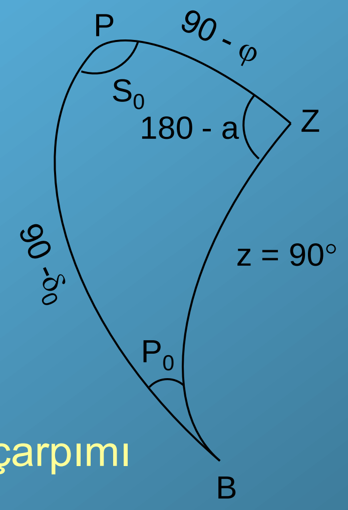


P_0: Durum açısı

$T = \alpha + S \rightarrow S = T - \alpha$

$2S_0$: Görülme süresi

Durum Üçgeni



$90 – (180 – a) = -90 + a$

Kural: cos (öğe) = karşı öğ. sin. lerin çarpımı

= yan öğ. cot. ların çarpımı

a. $\cos(180 – S_0) = \cot(90 - \varphi) \cdot \cot(90 - \delta)$

$-\cos S_0 = \mathrm{tg}\,\varphi \cdot \mathrm{tg}\,\delta$

$\cos S_0 = -\mathrm{tg}\,\varphi \cdot \mathrm{tg}\,\delta$ ...(1)

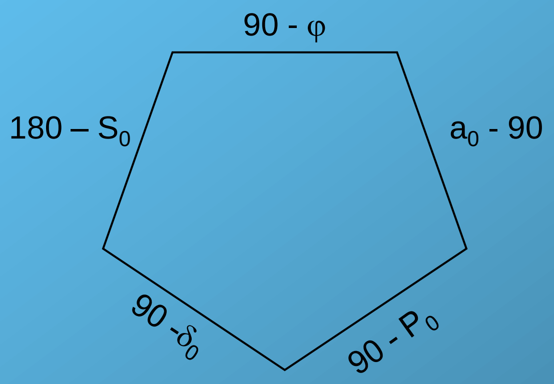
b. $\cos(90 - \varphi) = \cot(180 – S_0) \cdot \cot(a_0 – 90)$

$\sin \varphi = \cot S_0 \cdot \mathrm{Tg}\, a_0$

$\cot S_0 = \sin \varphi \cdot \cot a_0$ ...(2)

c. $\cos(a_0 – 90) = \sin(180 – S_0) \cdot \sin(90 - \delta)$

$\sin a_0 = \sin S_0 \cdot \cos \delta$ ...(3)



d. $\mathrm{Cos}(90 - \delta) = \sin(90 - \varphi)\ .\ \mathrm{Sin}(a_0 – 90)$

$\mathrm{Sin}\ \delta = -\cos\varphi\ .\ \mathrm{Cos}\ a_0$

$\mathrm{Cos}\ a_0 = -\sin\delta / \cos\varphi$; $\cos a_0 = -\sin\delta\ .\ \mathrm{Sec}\ \varphi$ ...(4)

$\mathrm{Cos}\ S_0 = -\mathrm{tg}\ \varphi\ .\ \mathrm{Tg}\ \delta \rightarrow \cos^2 S_0 = \mathrm{tg}^2\varphi\ .\ \mathrm{tg}^2\delta$

$\cos^2 S_0 \leq 1$; $\mathrm{tg}^2\varphi\ .\ \mathrm{tg}^2\delta \leq 1$ yazılabilir.

$-1 \leq \mathrm{tg}\ \varphi\ .\ \mathrm{Tg}\ \delta \leq 1$

$-1 / \mathrm{tg}\ \varphi \leq \mathrm{tg}\ \delta \leq 1 / \mathrm{tg}\ \varphi$

$-1 \cot\varphi \leq \mathrm{tg}\ \delta \leq \cot\varphi$

$-\mathrm{tg}\ (90 - \varphi) \leq \mathrm{tg}\ \delta \leq \mathrm{tg}\ (90 - \varphi)$

$-(90 - \varphi) \leq \delta \leq (90 - \varphi)$

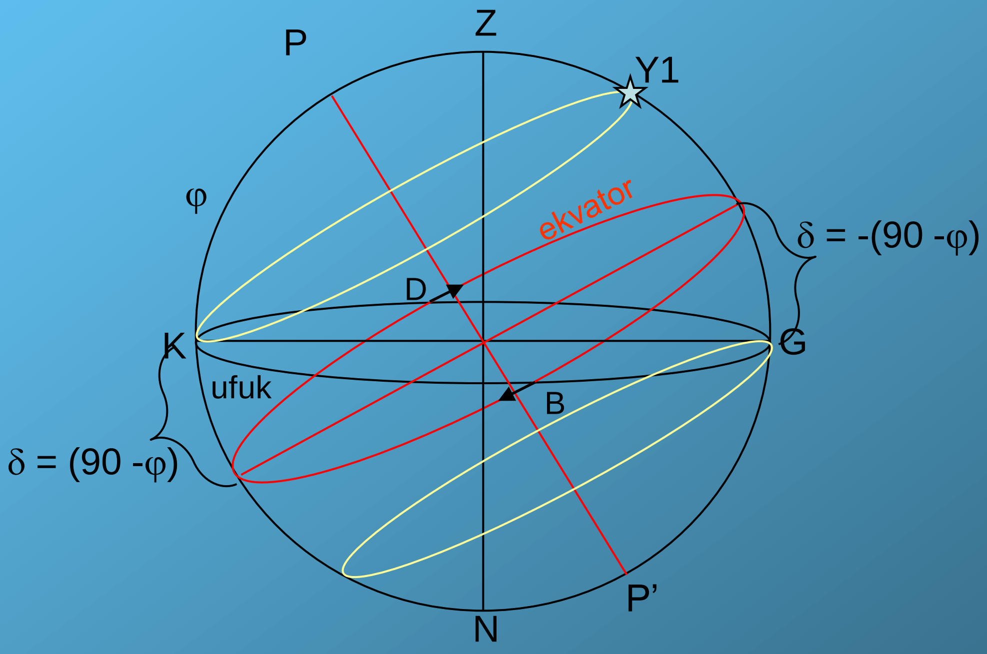
Buluruz ki bu, yıldızın doğma – batma koşuludur. Bu koşulu sağlamayan yıldızlar ya hiç doğmazlar, ya da hiç batmazlar.

φ > 0 için irdeleme;

δ ≥ (90 - φ); hiç batmayan
-δ ≥ (90 - φ); hiç doğmayan
δ ≤ -(90 - φ); hiç doğmayan

<u>φ > 0 kuzey enlemler için</u>
δ ≥ (90 - φ); hiç batmayan
δ ≤ -(90 - φ); hiç doğmayan

<u>φ < 0 güney enlemler için</u>
δ ≤ -(90 - φ); hiç batmayan
δ ≥ (90 - φ); hiç doğmayan



S_0: yıldızın batış anındaki saat açısı

$\cos S_0 = -tg\,\varphi \,.\, tg\,\delta$ ...(1)

$\text{Cot}\, S_0 = \sin\varphi \,.\, \text{Cot}\, a_0$ ...(2)

$\text{Sin}\, a_0 = \sin S_0 \,.\, \text{Cos}\,\delta$ ...(3)

$\cos a_0 = -\sin\delta \,.\, \text{Sec}\,\varphi$ ...(4) idi. (1)'in karesi alınırsa,

$$\cos^2 S_0 = tg^2\varphi . tg^2\delta$$

$$\sin^2 S_0 = 1 - \cos^2 S_0 = 1 - tg^2\varphi . tg^2\delta$$

$$\sin S_0 = \pm\sqrt{1 - tg^2\varphi . tg^2\delta}$$

$$\sin S_0 = \pm\sqrt{1 - \frac{\sin^2\varphi . \sin^2\delta}{\cos^2\varphi . \cos^2\delta}}$$

$$\sin S_0 = \pm\sqrt{\frac{\cos^2\varphi . \cos^2\delta - \sin^2\varphi . \sin^2\delta}{\cos^2\varphi . \cos^2\delta}}$$

$$\sin S_0 = \pm\sqrt{\frac{(\cos\varphi . \cos\delta - \sin\varphi . \sin\delta).(\cos\varphi . \cos\delta + \sin\varphi . \sin\delta)}{\cos^2\varphi . \cos^2\delta}}$$

$$\sin S_0 = \pm\frac{\sqrt{\cos(\varphi+\delta).\cos(\varphi-\delta)}}{\cos\varphi . \cos\delta} \qquad \text{...(5)}$$

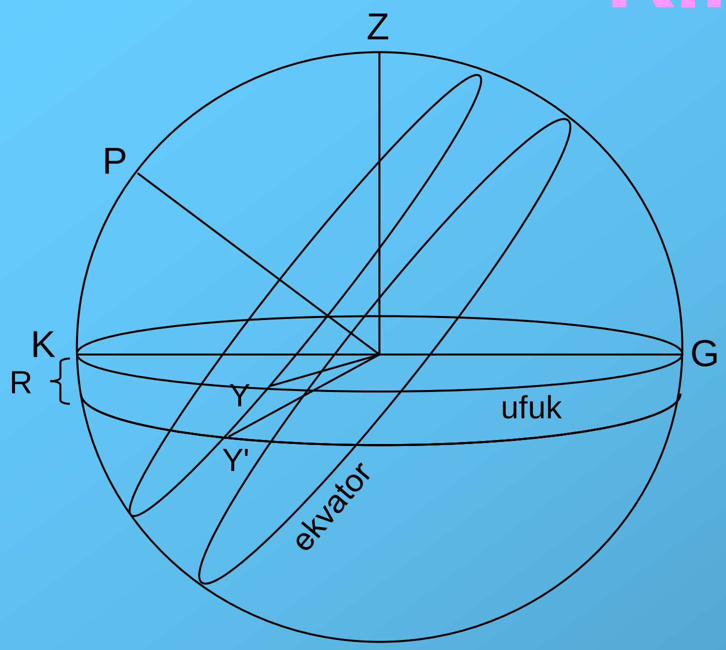
$$\cos S_0 = -tg\varphi . tg\delta = -\frac{\sin\varphi . \sin\delta}{\cos\varphi . \cos\delta} \qquad \text{...(6)}$$

(5) ve (6) taraf tarafa oranlanırsa

$$tgS_0 = \pm\frac{[\cos(\varphi+\delta).\cos(\varphi-\delta)]^{1/2}}{\sin\varphi . \sin\delta} \qquad \text{...(7)}$$

elde edilir.

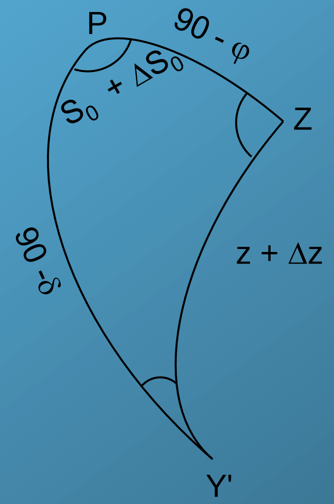
Kırılma Etkisi



Bu durumda batmaya ilişkin saat açısı artık,

$S_0 + \Delta S_0$ alınır.

Durum Üçgeni



Daha önce çıkarılan formül,

$dz / dt = \cos \varphi \,.\, \mathrm{Sin}\ a$ ... (8) idi.

$dz = \cos \varphi \,.\, \mathrm{Sin}\ a \,.\, dt$ $dt = ds$ idi.

$\Delta z = \cos \varphi \,.\, \mathrm{Sin}\ a \,.\, \Delta S \rightarrow \Delta S = \Delta z / (\cos \varphi \,.\, \mathrm{Sin}\ a)$ olur.

$\Delta z = R$ ve $\Delta S = \Delta S_0$ alınırsa,

$\Delta S_0 = R / (\cos \varphi \,.\, \mathrm{Sin}\ a)$ ...(9) elde edilir.

(3)'den, $\sin a = \sin S_0 \,.\, \cos\delta$ bağıntısını da (9)'da kullanırsak,

$$\Delta S_0 = \frac{R}{\cos\varphi.\sin S_0.\cos\delta}$$

(5)'den $\sin S_0$ değeri konursa,

$$\Delta S_0 = \pm\frac{R}{\cos\varphi.\cos\delta}\frac{\cos\varphi.\cos\delta}{\sqrt{\cos(\varphi+\delta).\cos(\varphi-\delta)}}$$

$$\Delta S_0 = \pm\frac{R}{\left[\cos(\varphi+\delta).\cos(\varphi-\delta)\right]^{1/2}} \qquad ...(10)$$

(7) no'lu bağıntıda (-) işareti batış için, (+) işareti doğuş için alınır.

(10) no'lu bağıntıda ise (+) işareti batış için, (-) işareti doğuş için alınır.

Batıştaki saat açısı = S_B $\rightarrow$ $S_B = S_0 + \Delta S_0$

$-60° < \varphi < +60°$ aralığı için yıldızlarda R = 34' (gözlemlerle saptanmış), Güneş ve Ay için R = 50' dır.

$\varphi > 0$ için

- $\delta > 0 \rightarrow \mathrm{tg}\, S_0 < 0;\ 90° < S_0 < 180°$
- $\delta < 0 \rightarrow \mathrm{tg}\, S_0 > 0;\ 0° < S_0 < 90°$

Doğuştaki saat açısı = S_D; $S_D = 24^{sa} - S_B$ dir.

Alaca Karanlık (Tan Olayı)

Sabah, gün ağarması, şafak, sabah tanı, akşam, gün kararması, fecir, akşam tanı

1. Kara Tanı (sivil tan), 2. Deniz Tanı, 3. Gök Tanı

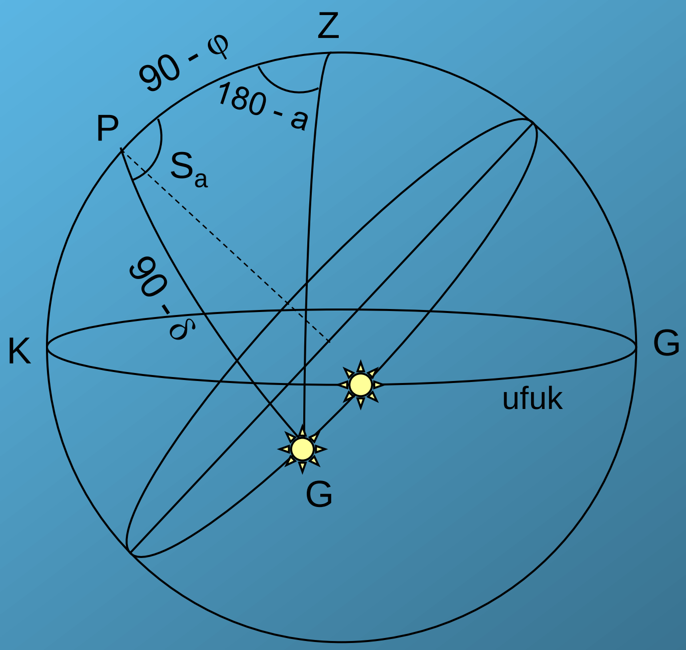
$$\cos(90+\Delta z)=\cos(90-\varphi).\cos(90-\delta)+\sin(90-\varphi).\sin(90-\delta).\cos S_a$$

$$-\sin\Delta z=\sin\varphi.\sin\delta+\cos\varphi.\cos\delta.\cos S_a$$

$$\cos S_a=-\frac{\sin\Delta z}{\cos\varphi.\cos\delta}-\frac{\sin\varphi.\sin\delta}{\cos\varphi.\cos\delta}$$

$$\cos S_a=-\frac{\sin\Delta z}{\cos\varphi.\cos\delta}-tg\varphi.tg\delta$$

$$\cos S_a=-\frac{\sin\Delta z}{\cos\varphi.\cos\delta}+\cos S_0$$



PGZ konum üçgeninden alaca karanlık saat açısı bulunur.

φ, δ verilir. S_a'nın bilinmesi için Δz ve S_0 bilinmeli. Δz amaca uygun olarak seçilir. Şöyle ki;

Kara tanı için Δz = 6°, Deniz tanı için Δz = 12°, Gök tanı için Δz = 18° alınır. Δz'ler gözlem ve deneylerden bulunmuştur. S_0 değeri,

$\cos S_0=-tg\varphi.tg\delta$ veya $tgS_0=-\dfrac{\left[\cos(\varphi+\delta).\cos(\varphi-\delta)\right]^{1/2}}{\sin\varphi.\sin\delta}$ dan bulunur.

Alaca karanlık süresi $S_a - S_0$ dır.