



Modern Astronomi

Lektion 2

www.astro.su.se/utbildning/kurser/modern_astronomi

Stjärnors (och andra himlakroppars) positioner har haft en stor betydelse i de flesta civilisationer

- Sträcker sig långt bak i tiden
 - Stonehenge
 - Aztec, Maya och Inca tempel
 - Pyramiderna

Stonehenge (3000–2000 BC)



Mayan temple (A.D. 1000)



88 stjärnbilder täcker stjärnhimlen



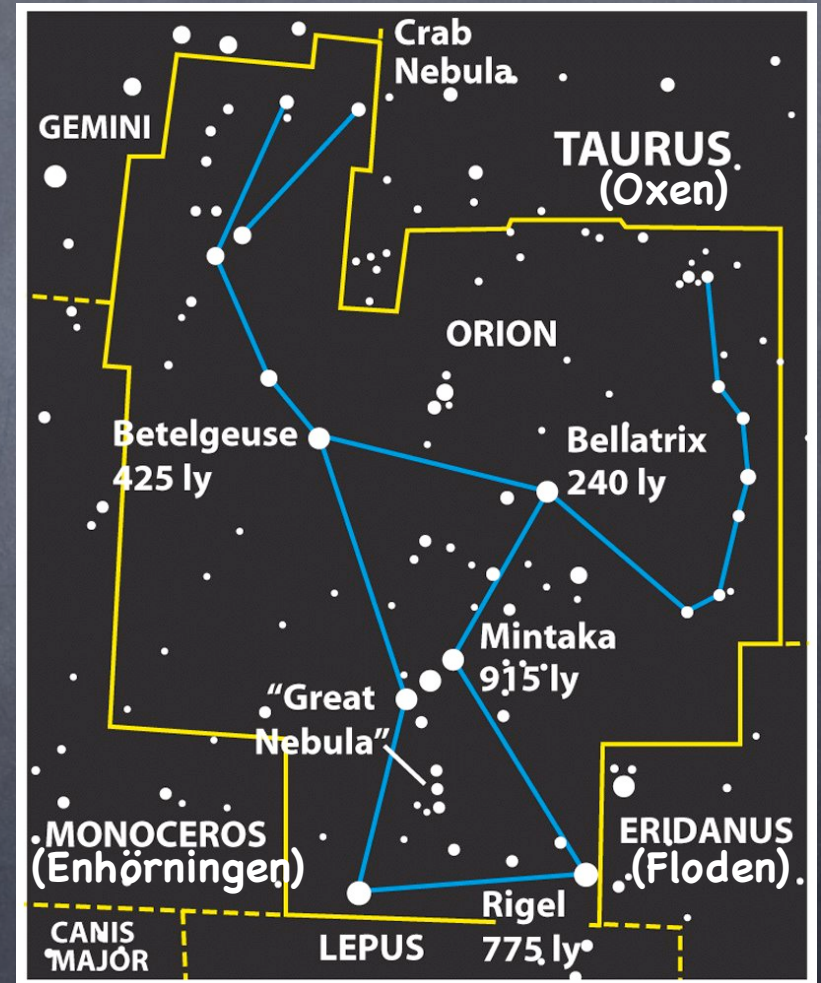
Orion: från sumererna
(5000 år sedan)



- Tidiga civilisationer har betraktat stjärnhimlen och relaterat vissa grupperingar till t.e.x. olika djur eller gudar
- Vi använder oss fortfarande av många av dessa
- Astronomer kallar dem för konsellationer (stjärnbilder) från latinets "grupp av stjärnor"

Moderna stjärnbilder

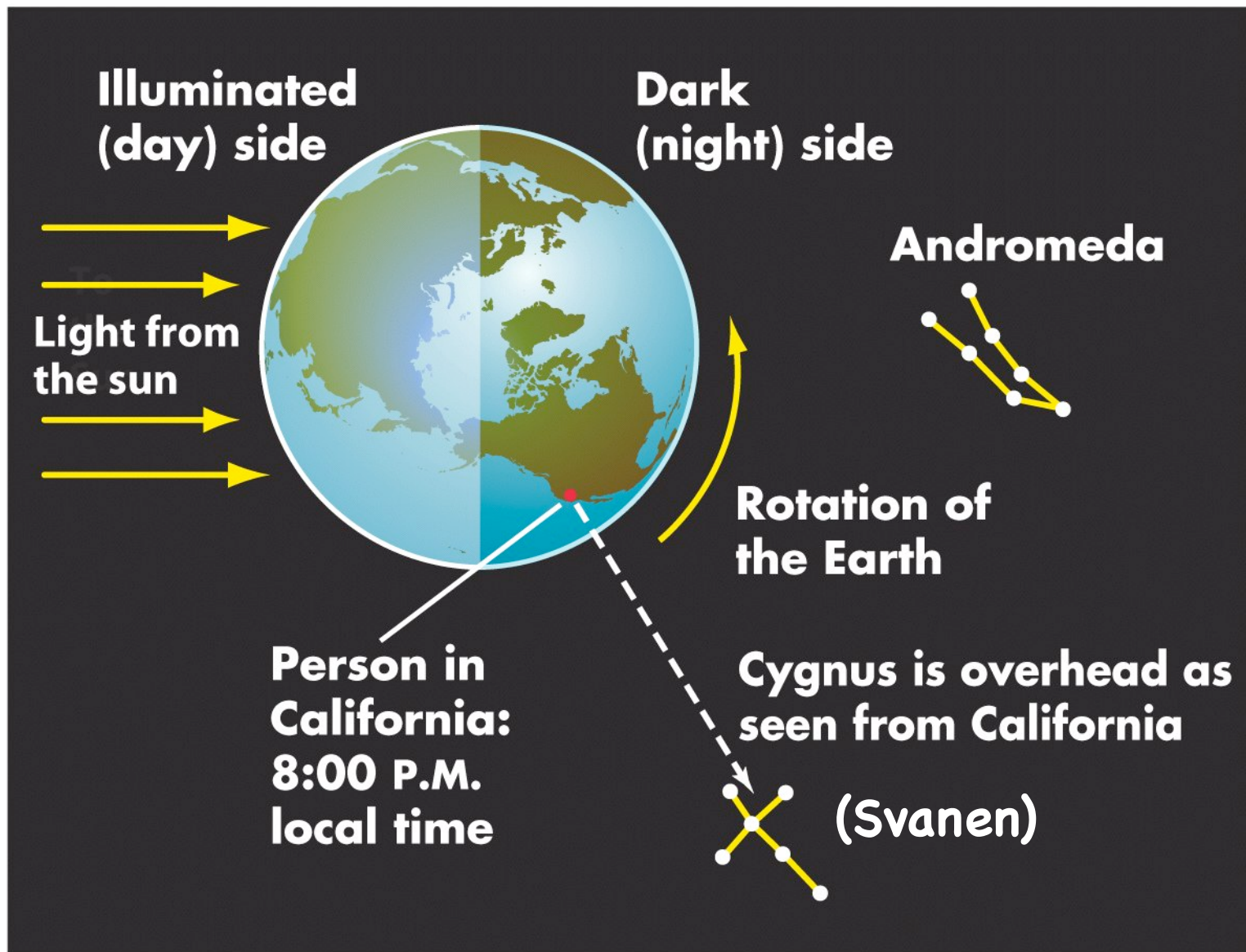
- Moderna stjärnkartor är idelade i 88 stjärnbilder
- De flesta stjärnor i en stjärnbild ligger långt ifrån varandra
- De tyckas bara vara närbelägna eftersom de befinner sig i nästan samma riktning sett från jorden



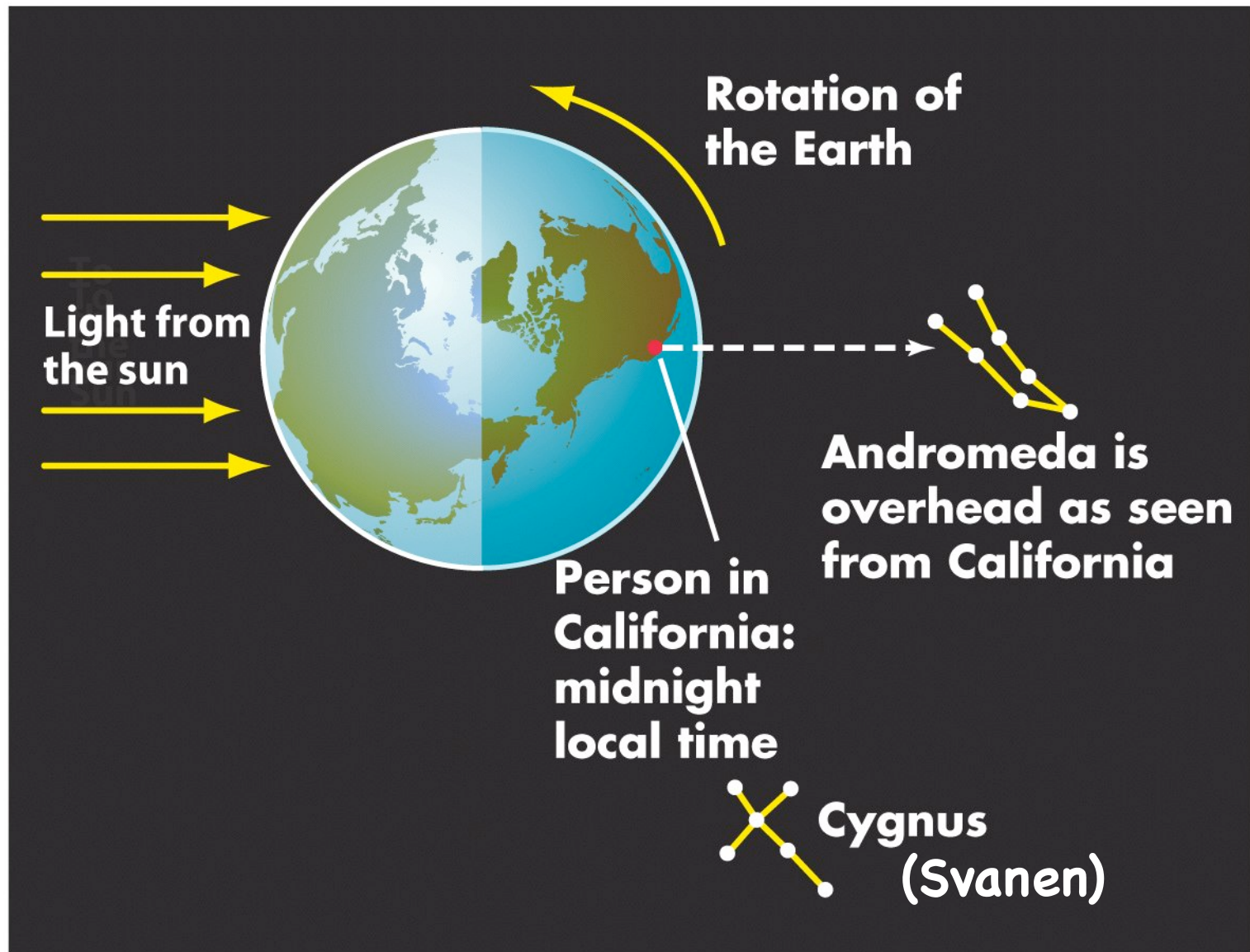
Stjärnhimlens utseende ändras under loppet av en natt och från en natt till en annan



- Stjärnor tycks gå upp i öst, sakta rotera kring jorden, och gå ned i väst
- Det är jordens rotation (ett varv på 24 timmar) som skapar denna dagliga, synbara, rörelse för stjärnorna



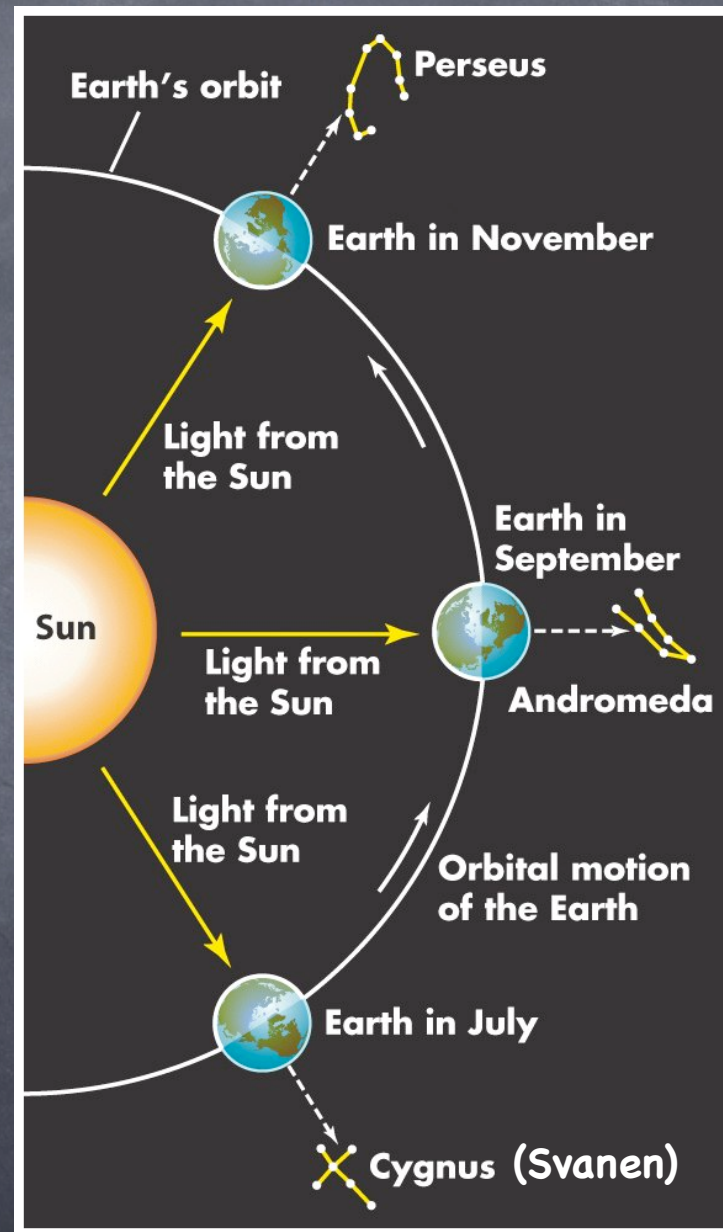
(a) Earth as seen from above the North Pole

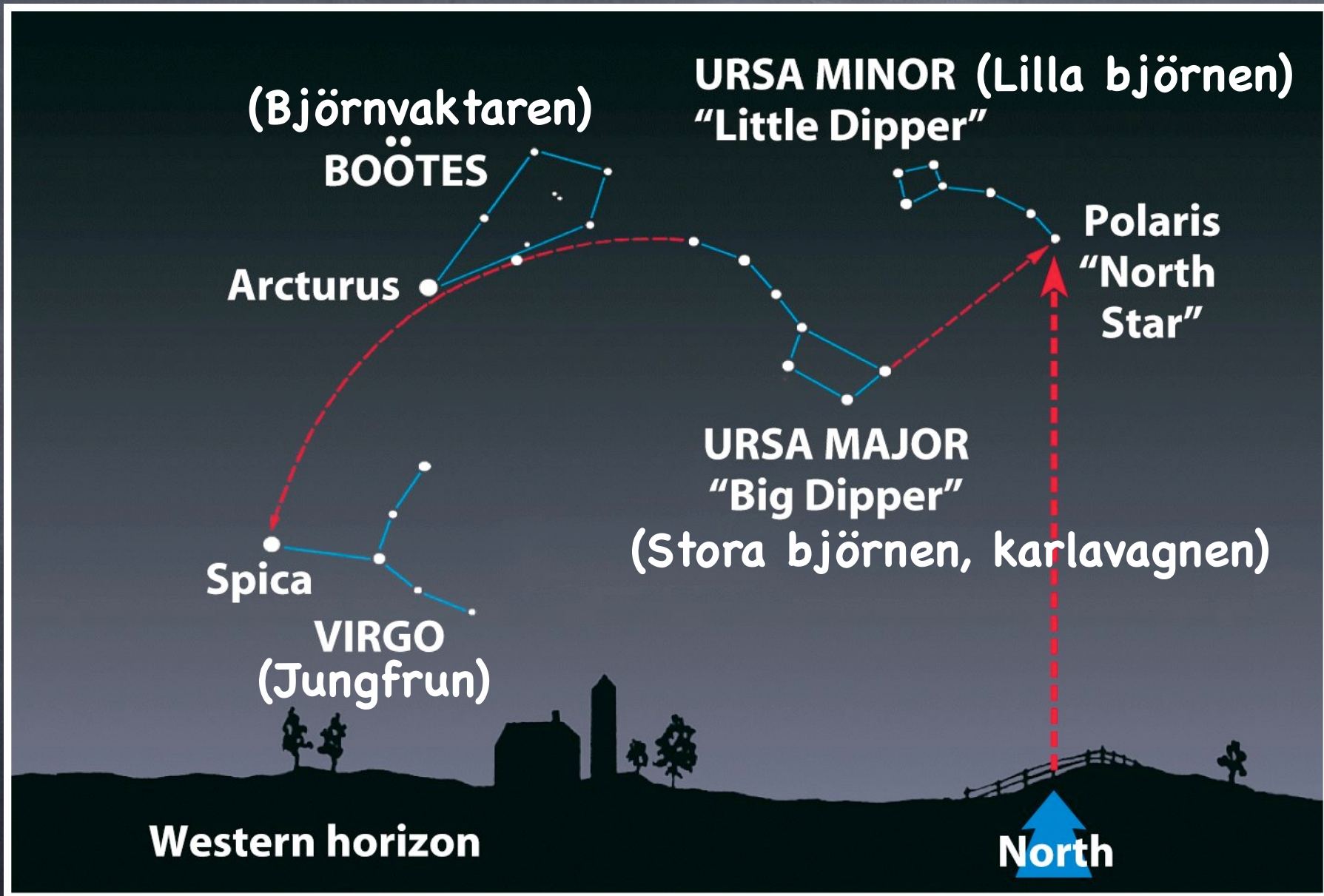


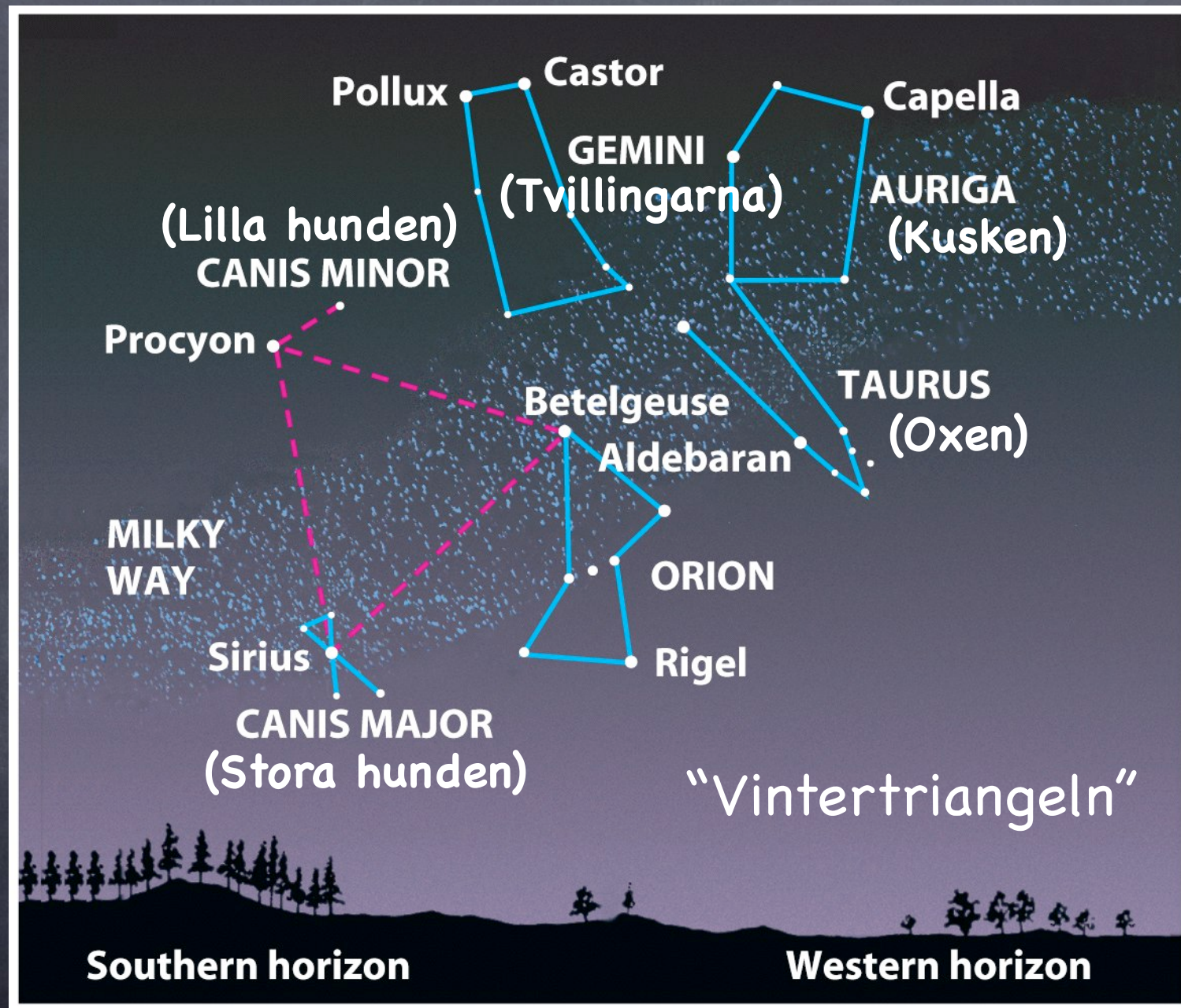
(b) 4 hours (one-sixth of a complete rotation) later

Årlig rörelse

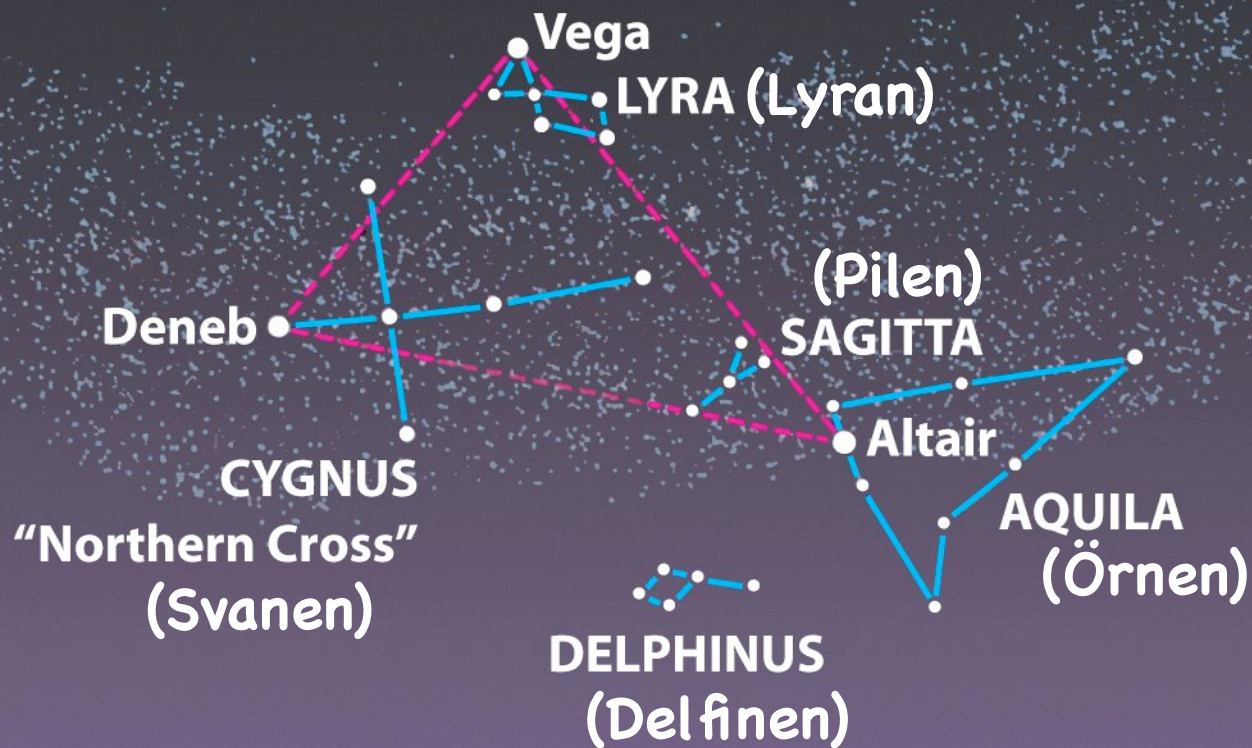
- Stjärnorna tycks också flytta sig under loppet av ett år
- Detta är en effekt av jordens bana kring solen
- Om du följer en given stjärna under upprepade nätter så kommer du finna att den går upp ca. 4 minuter tidigare varje natt, eller 2 timmar tidigare varje månad (24 timmar på ett år)







"Sommartriangeln"



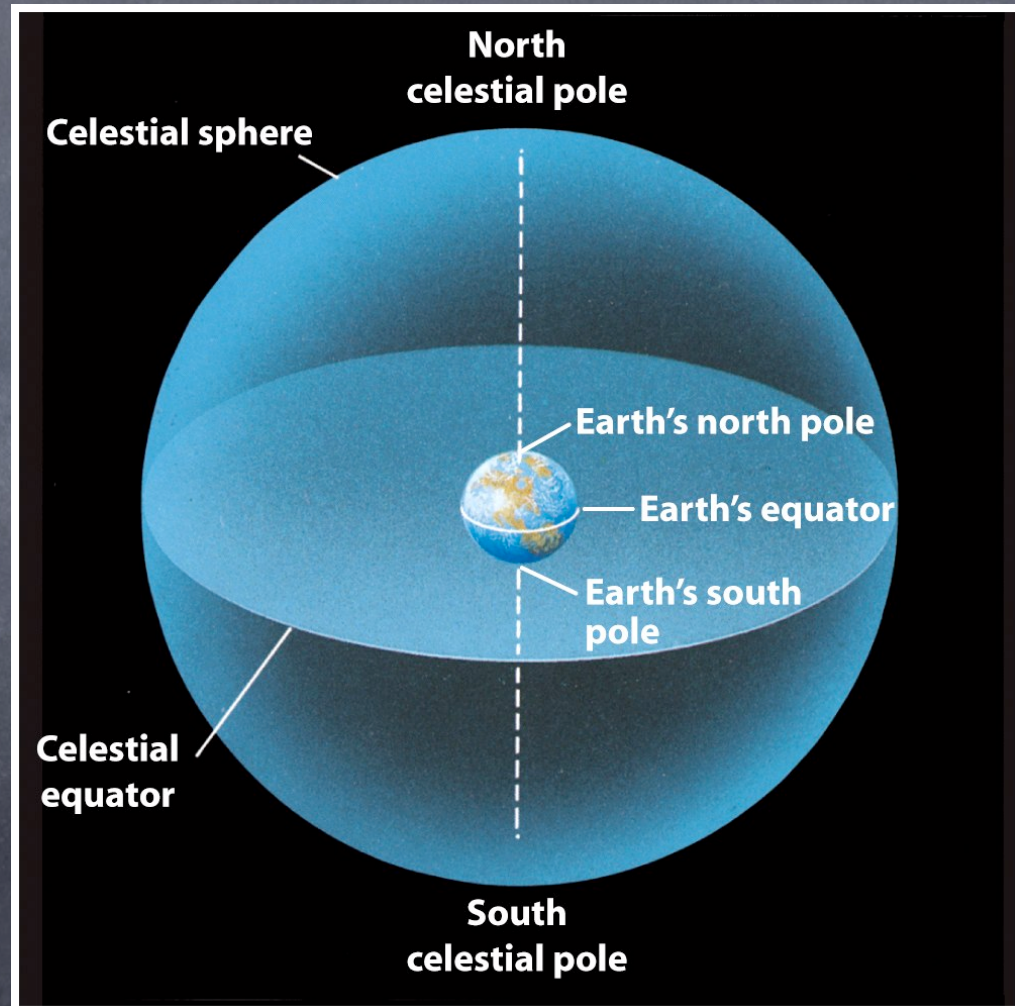
Eastern horizon

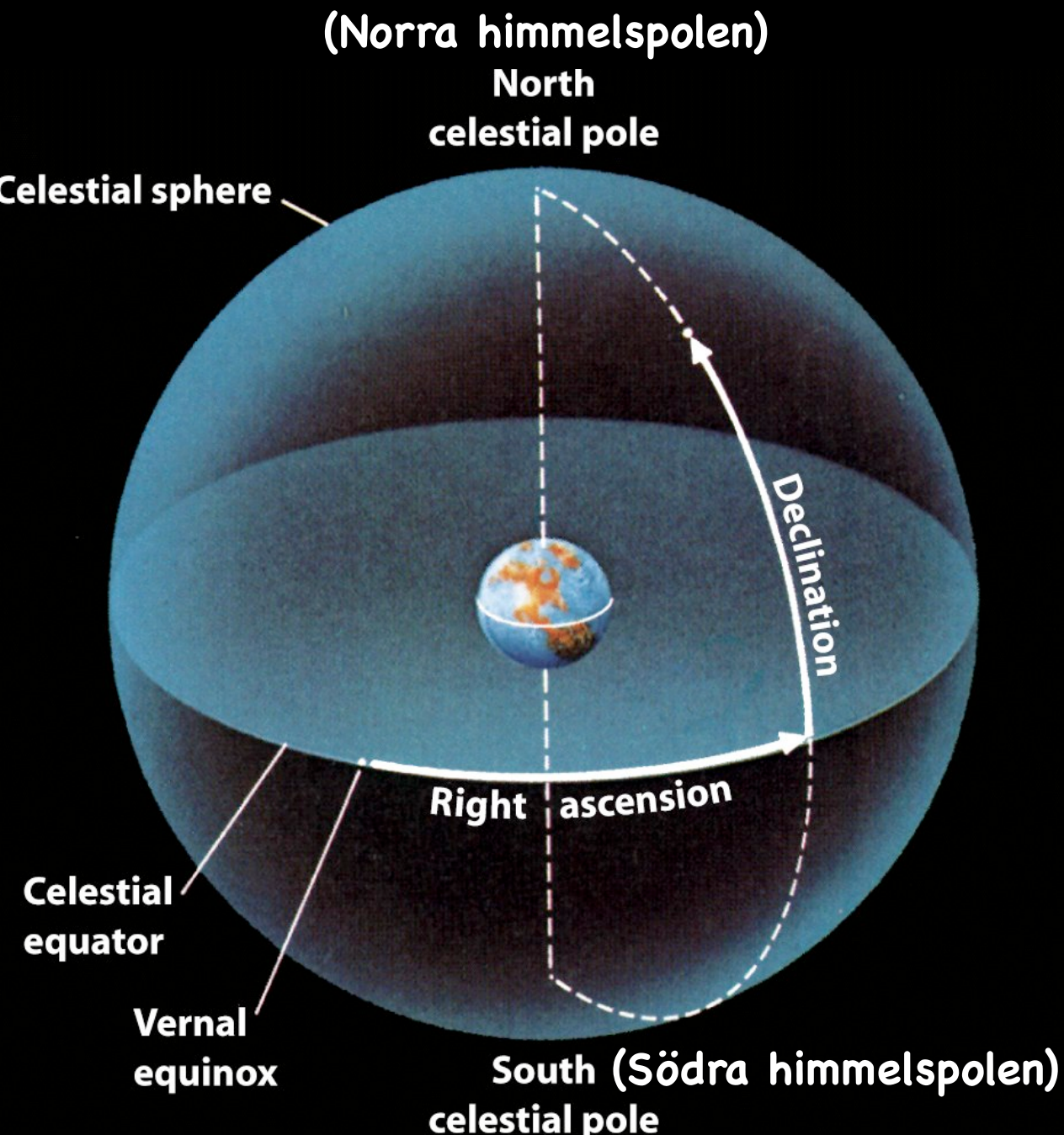
Horizontalsystemet

- **Höjd (elevation)** över horisonten mätes i grader (0° – 90°)
- **Azimut** mäts i grader runt horisontcirkeln där 0° är norr, 90° ost, 180° syd, 270° väst
- Polstjärnan ligger 60° över horisonten för en observatör på 60° nordlig breddgrad (latitud)
- Fortsätter man från Polstjärnan vinkelrätt ner mot horisonten träffar man rakt i norr

Det är behändigt att tänka sig stjärnorna belägna på en himmelssfär

- Himmelssfären är imaginär och har ingen fysisk innebörd
- Den har dock en viktig roll vid positionsbestämning inom astronomin
- Landmärken på himmelssfären är projektioner av de på jorden



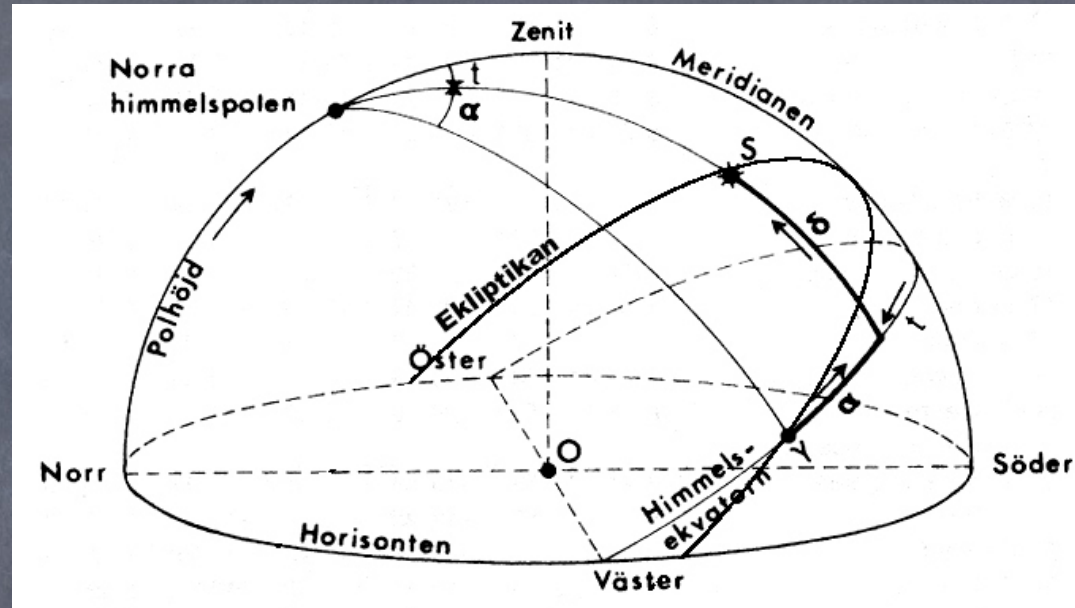


- **Himelsekvatorn** avdelar norra och södra stjärnhimmlen
- **Himmelspolerna** där jordens rotationsaxel skulle skära himmelssfären
- Polstjärnan är mindre än 1° ifrån den norra himmelspolen
- **zenit** är den punkt på stjärnhimmlen direkt ovanför en observatör på jorden

Astronomiska koordinater

Ekvatoriella systemet

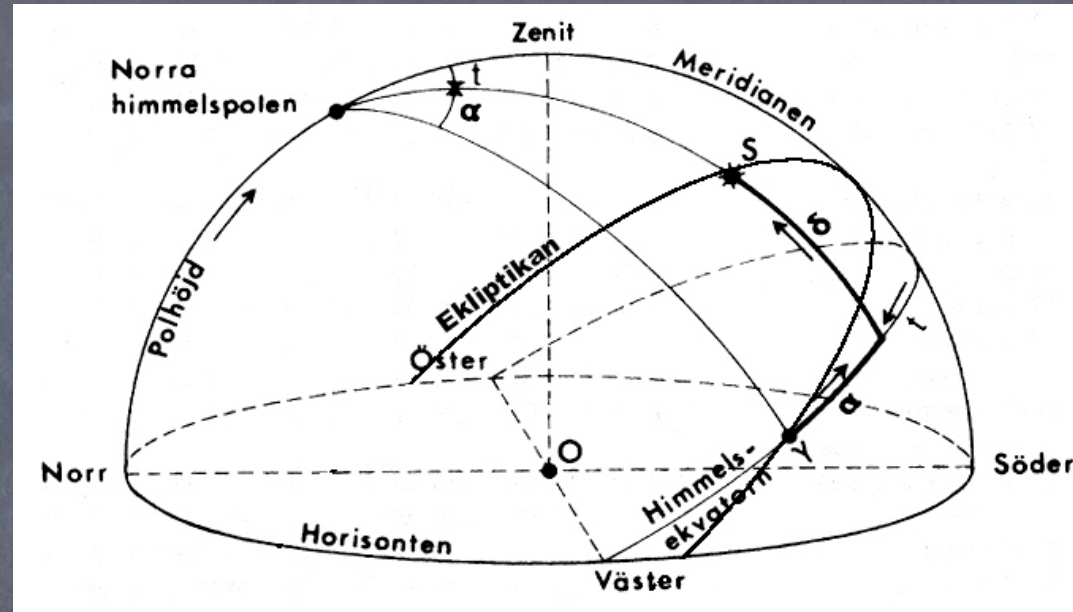
- **Deklination** (δ) motsvarar latitud på jorden. Himmelsekvatorn har deklination 0° och polerna $\pm 90^\circ$ (+ för norr)
- **Rektascension** (α) motsvarar longitud på jorden. Räknas österut från vårdagjämningspunkten och i timmar (ett varv 24 timmar)



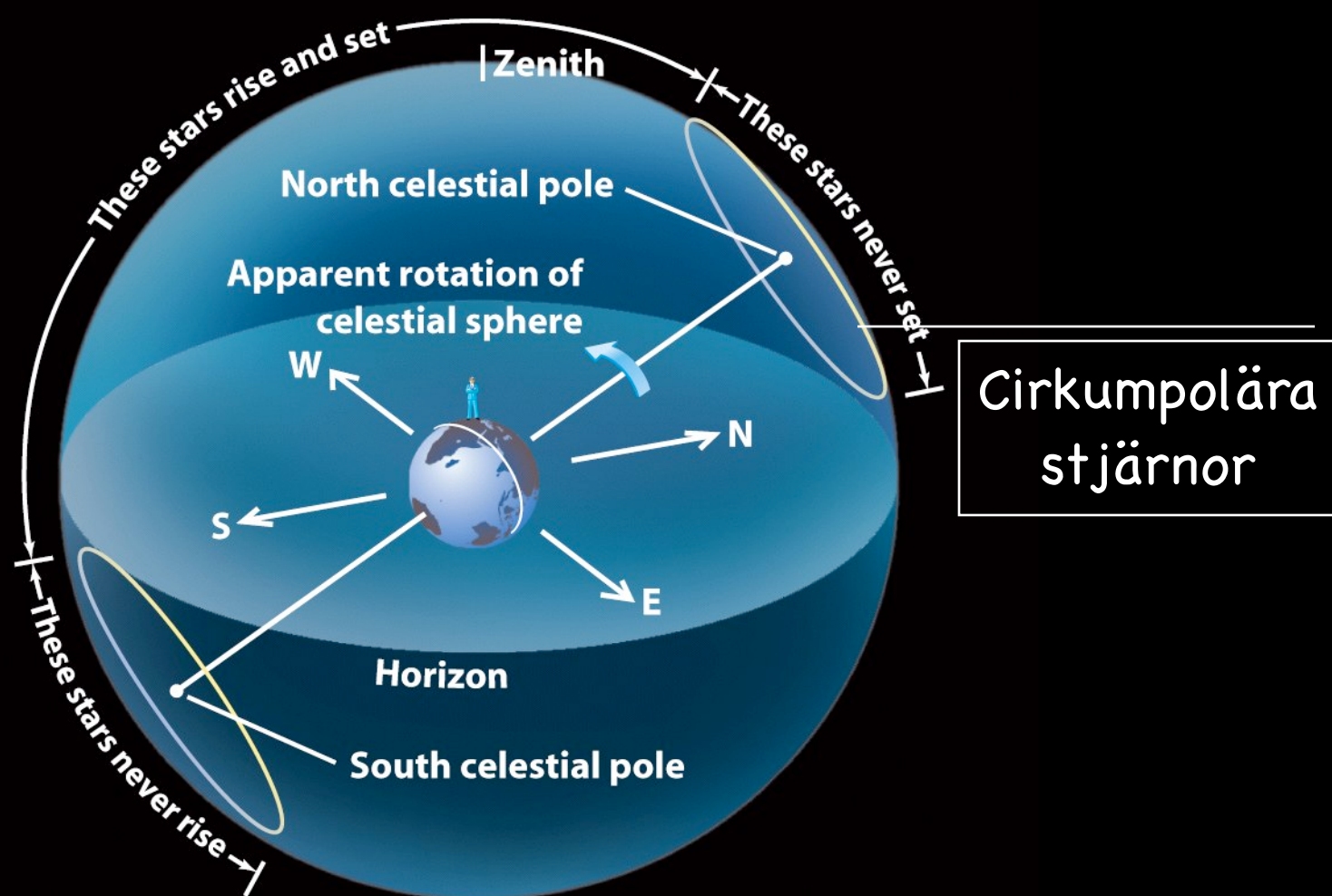
Vårdagjämningspunkten (Y) är den punk på himmelssfären där solen passerar himmelsekvatorn på väg från den södra halvan av himlen till den norra

Ekvatoriella systemet (tidsberoendet)

- **Timvinkeln** (τ) tar hänsyn till stjärnornas rörelse på himmelssfären under en dag. Räknas medsols (från öst till väst) från söder
- **Stjärntid** (θ) är vårdagjämningspunktens timvinkel
- För alla himlakroppar gäller $\theta = \tau + \alpha$
- Ett stjärntidsdygn börjar när vårdagjämningspunkten står som högst ($\theta = 0$ timmar)



På astronomiska observatorier finns speciella ur som visar stjärntiden. Rektascension och deklination fås ur stjärnkataloger och timvinkeln kan beräknas för aktuell stjärntid



At 35° north latitude:

- the north celestial pole is 35° above the northern horizon
- the south celestial pole is 35° below the southern horizon

- Vid en given tid, kan en observatör bara se halva himmelssfären
- Den andra halvan är under horisonten



- Stjärnor med deklination $\delta > 90^\circ$ - latituden är cirkumpolära
- Stjärnor kulminerar vid $\delta + 90^\circ$ - latituden över horisonten
- Ex. Polstjärnan har $\delta \approx 90^\circ$ och kulminerar sedd från Stockholm (latitud $\approx 59^\circ$) vid 121° från söderläget alltså vid 59° höjd i norr



(a) At middle northern latitudes



(b) At the north pole



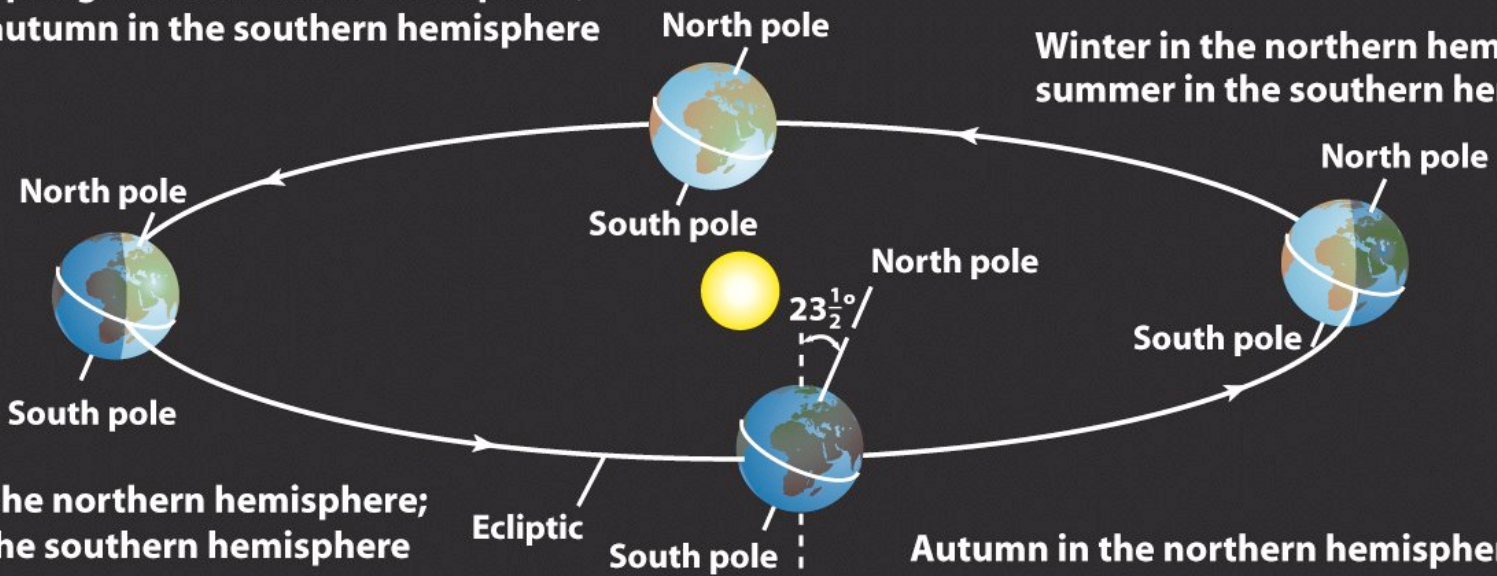
(c) At the equator

Årstiderna skapas av jordaxelns lutning

- Jordaxelns lutning är inte vinkelrät mot jordbanan
- Den lutar ungefär $23\frac{1}{2}^{\circ}$ från det vinkelräta läget ($66\frac{1}{2}^{\circ}$ från banplanet)
- Jorden bibehåller sin lutning när den rör sig i sin bana kring solen

**Spring in the northern hemisphere;
autumn in the southern hemisphere**

**Winter in the northern hemisphere;
summer in the southern hemisphere**

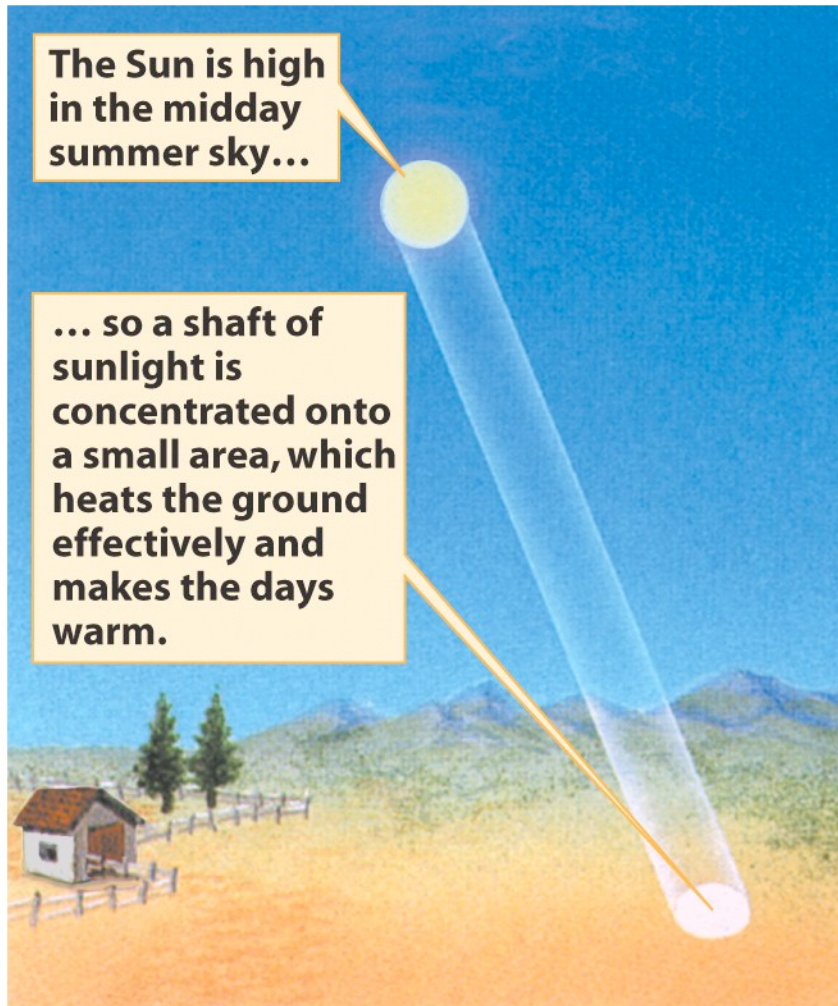


**Summer in the northern hemisphere;
winter in the southern hemisphere**

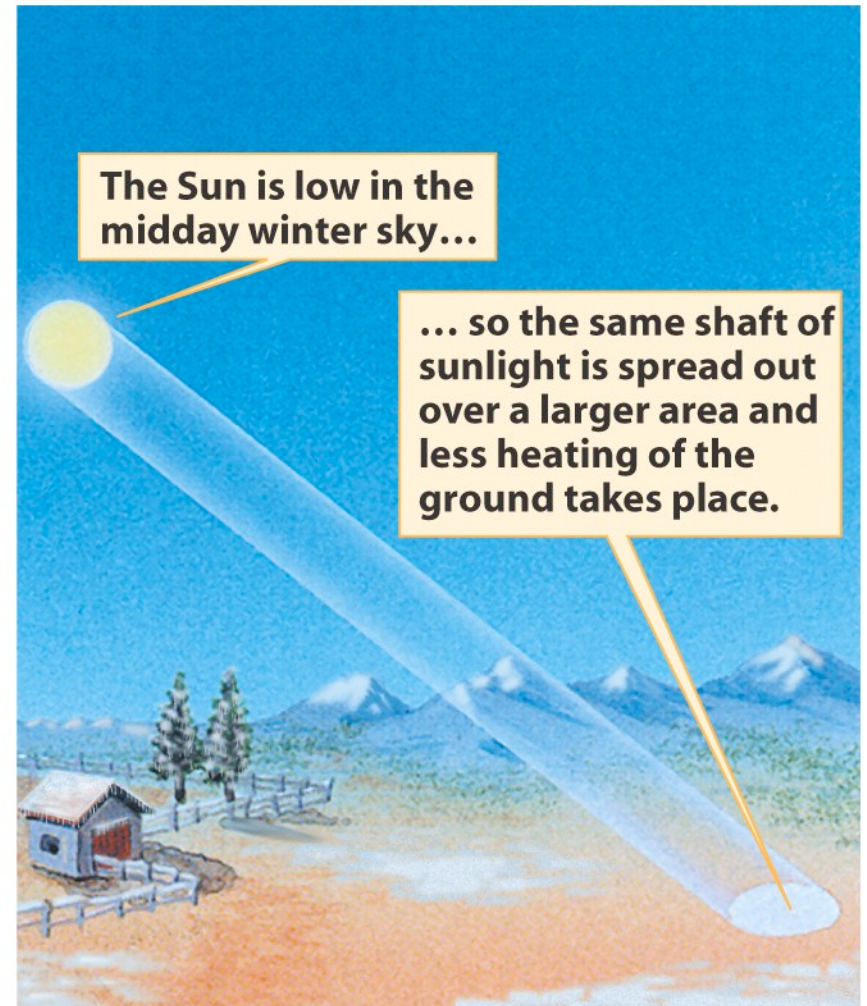
**Autumn in the northern hemisphere;
spring in the southern hemisphere**

Årstider

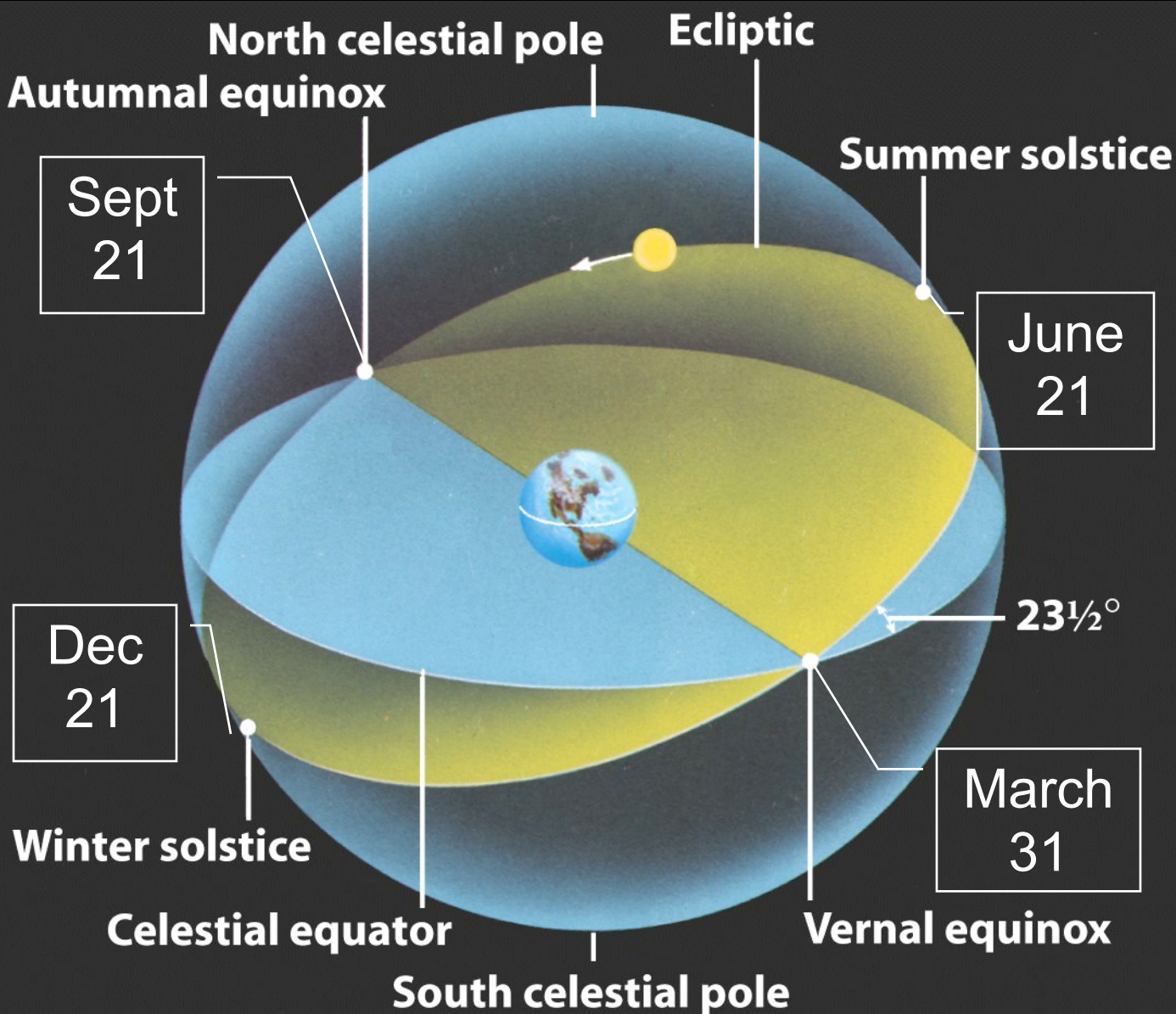
- Under en del av året så är det norra halvklotet lutat mot solen
- När jorden roterar kring sin axel så spenderar en plats på det norra halvklotet mer än 12 timmar i solljus
- Dagarna är långa och nätterna korta och det är sommar på det norra halvklotet (och vinter på det södra)
- Sommaren är inte varm bara p.g.a. den längre dagen utan också för att solen står högt på himeln
- Detta resulterar i att solljuset träffar marken nästan vinkelrätt och värmer marken effektivt
- Situationen ändras 6 månader senare



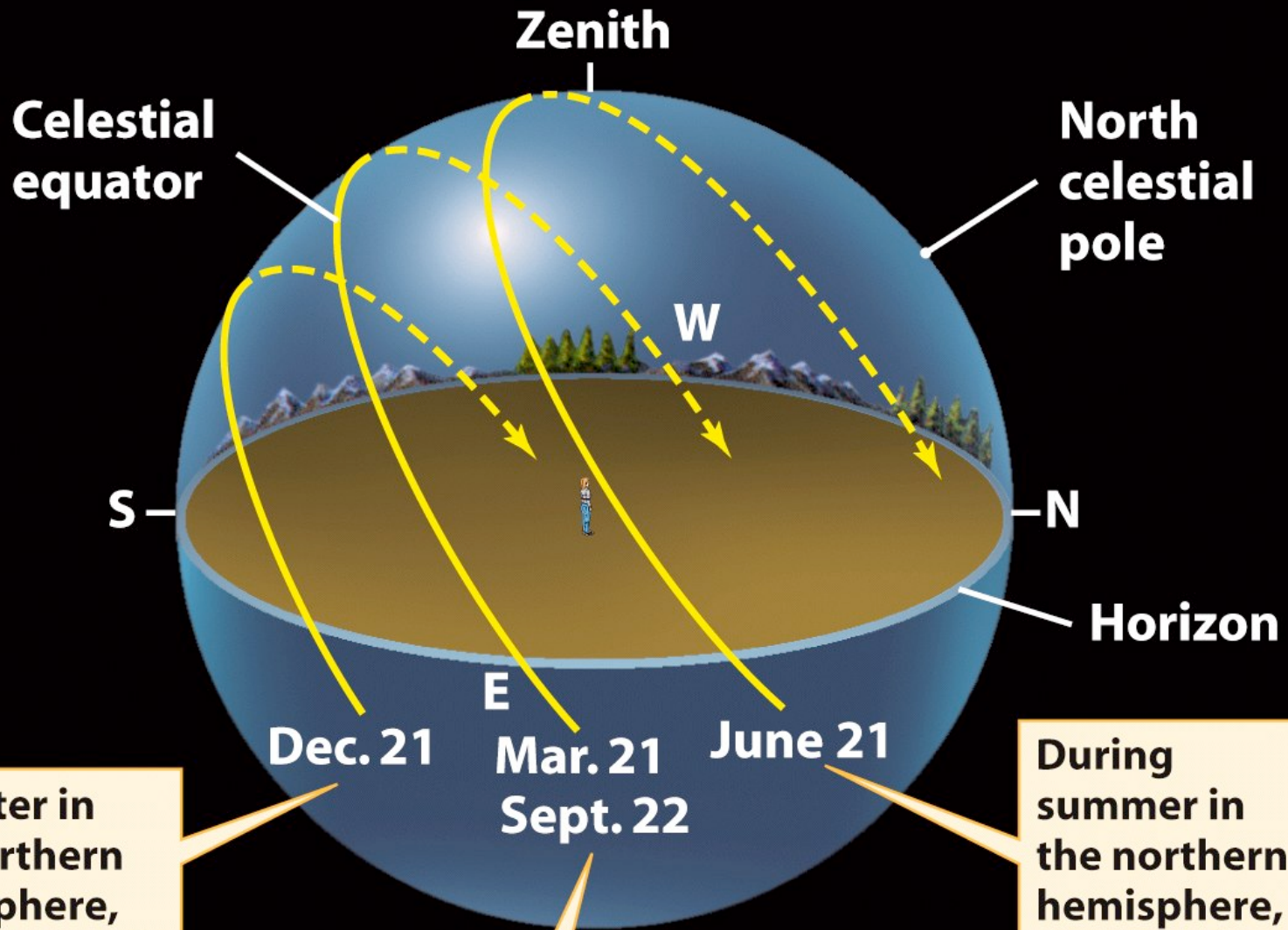
(a) The Sun in summer



(b) The Sun in winter



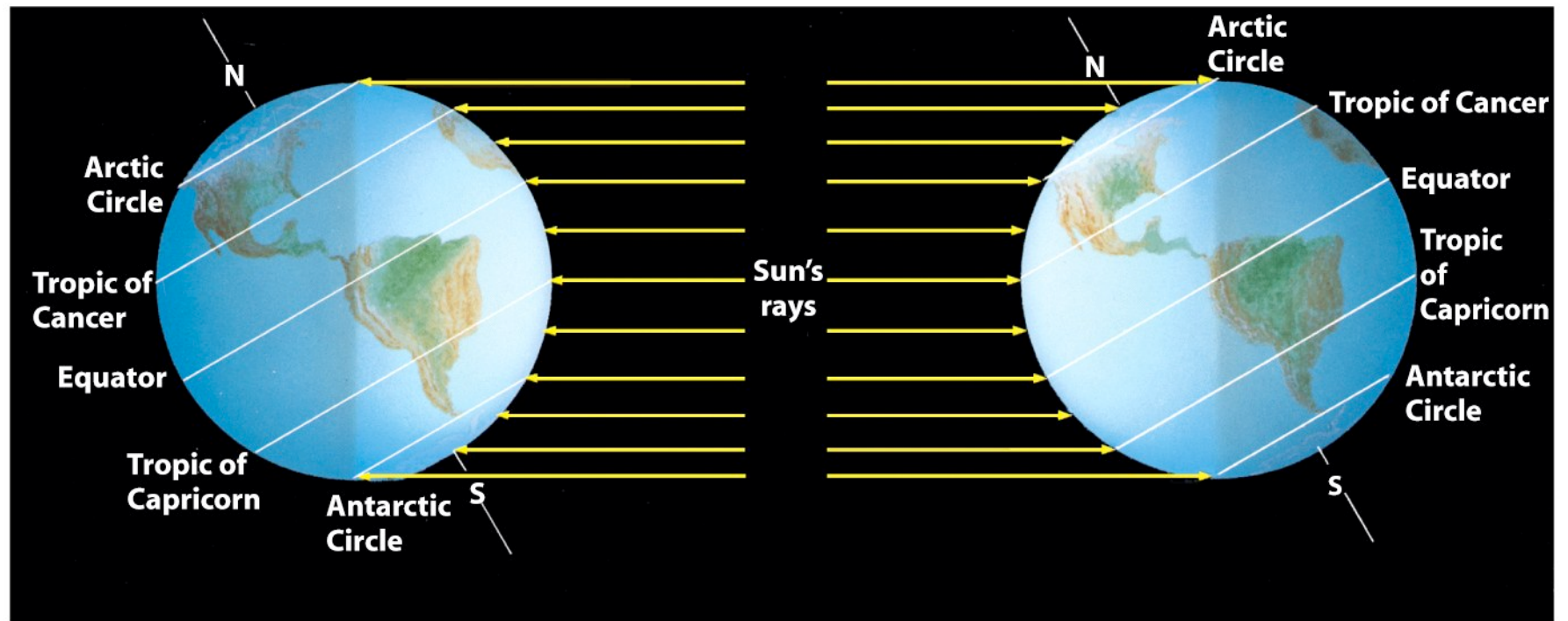
- Solen verkar följa en cirkulär bana **ekliptikan** på himmelssfären lutandes $23\frac{1}{2}$ grader från himmelsekvatorn
- Ekliptikan och himmelsekvatorn sammanfaller bara i två punkter **Vår- och höst dagjämning**
- Punkten på ekliptikan då solen står som högst i norr kallas **sommarsolståndet**
- **Vintersolståndet** inträder då solen står som lägst i söder



In winter in the northern hemisphere, the Sun rises in the southeast and sets in the southwest.

On the first day of spring and the first day of fall, the Sun rises precisely in the east.

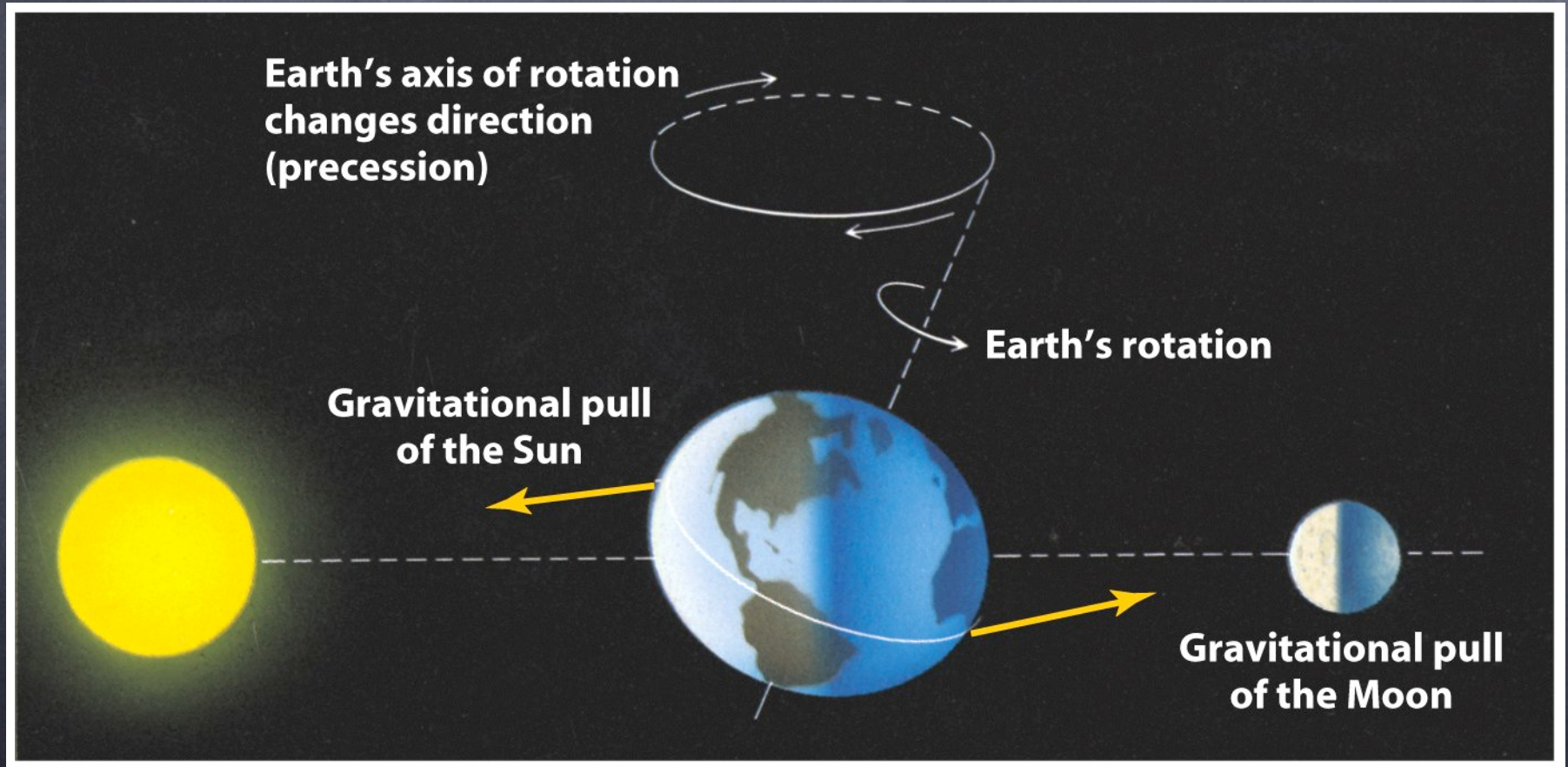
During summer in the northern hemisphere, the Sun rises in the northeast and sets in the northwest.



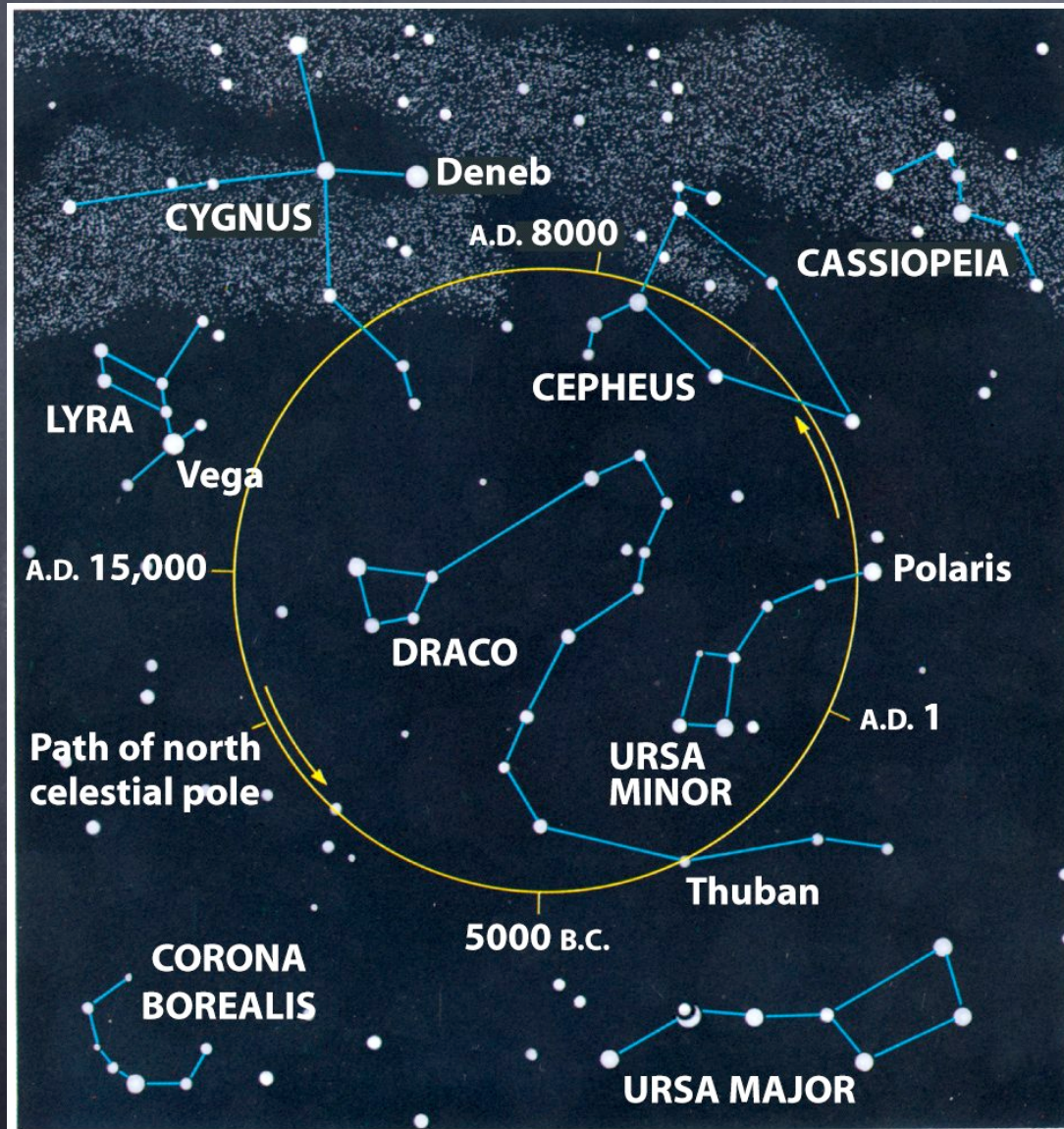
(a) Earth at winter solstice

(b) Earth at summer solstice

Precession hos jordens rotationsaxel



Precessionen gör att norra himmelspolen (och den södra) flyttar position relativt stjärnorna



Periodiciteten är
26000 år
(50" per år)

Precessionen gör att man anger
stjärnpositioner vid en given epok

EX: CW Leo (röd jätte)

$$\alpha_{2000.0} = 09^{\text{h}}47^{\text{m}}57.38^{\text{s}}$$

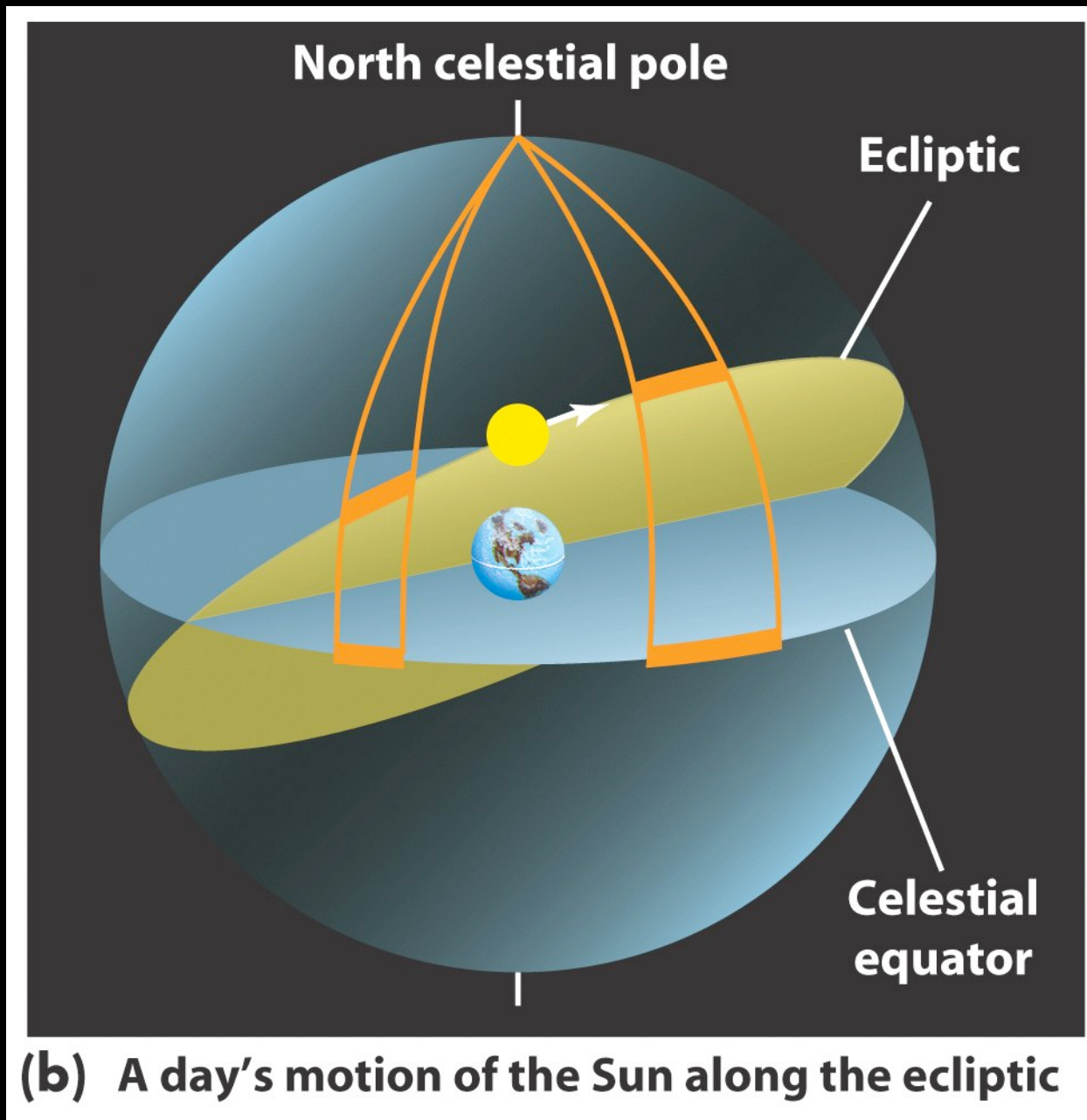
$$\delta_{2000.0} = +13^{\circ}16'43.7''$$

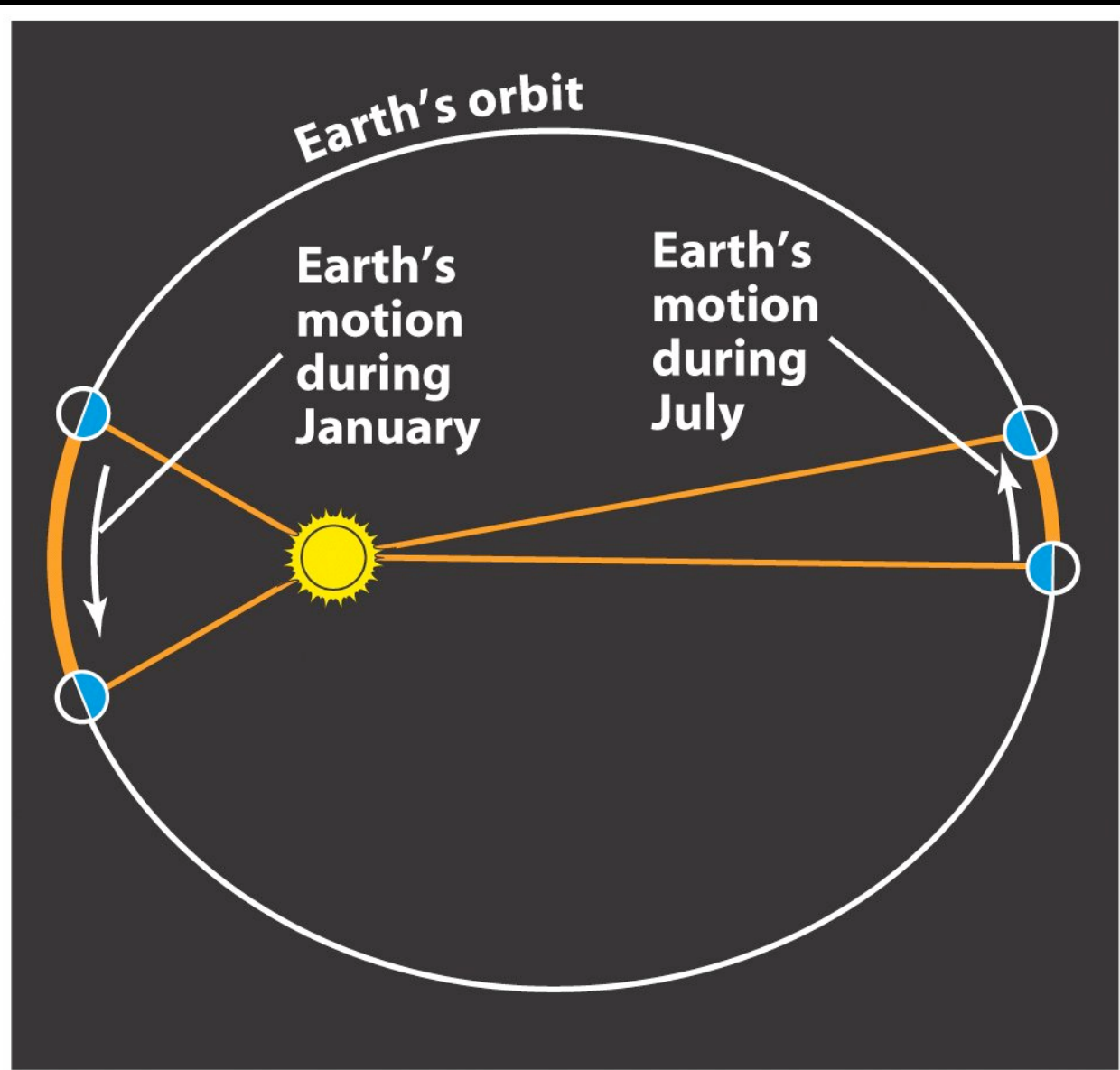
Dessa koordinater får sedan räknas om för att
gälla vid observationstillfället. Detta kallas för att
precessera koordinaterna

Soltid och stjärntid

Mäts relativt jordens rotation

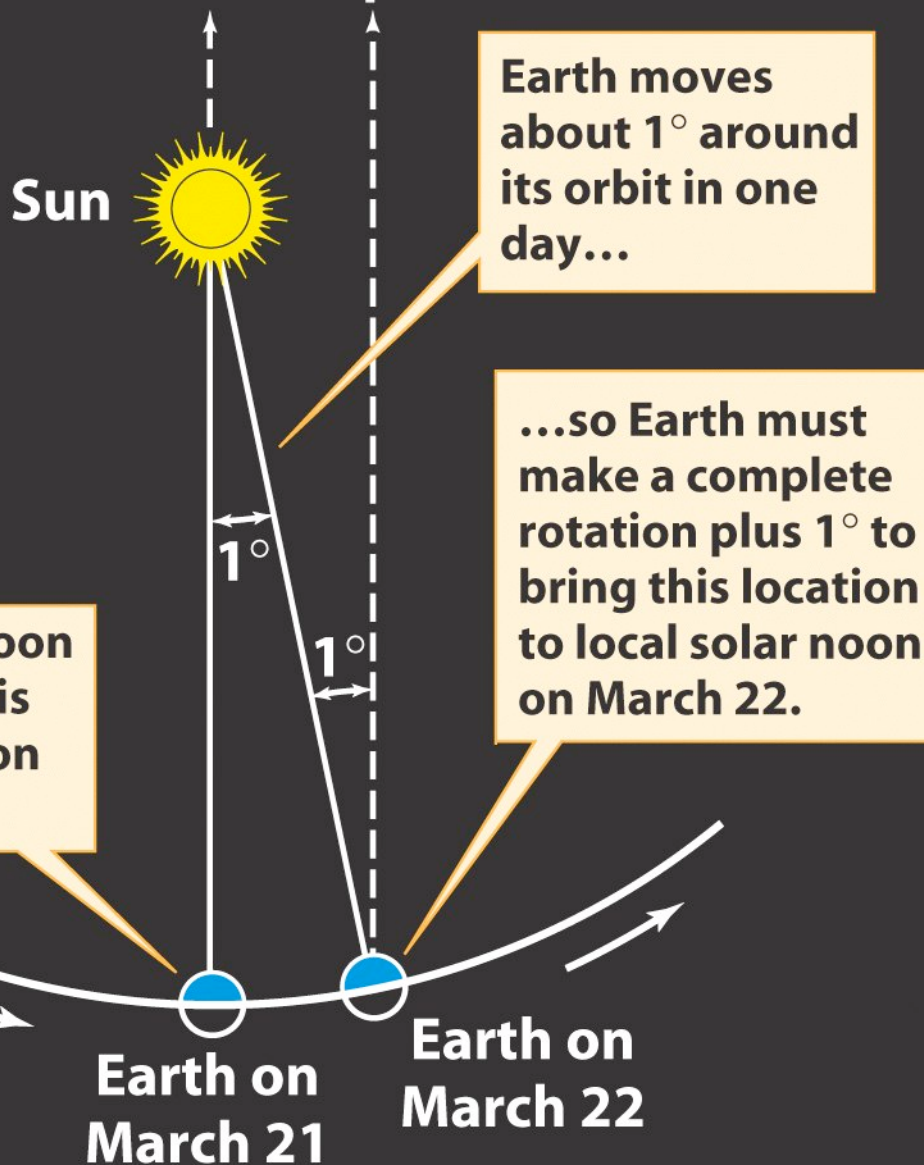
- Apparent soltid baseras på apparent rörelse hos Solen över himmelssfären, vilken varierar under året
- Medelsoltid baserar sig på en imaginär sols rörelse längs himmelsekvatorn vilket ger en soldag på 24 timmar
- Vanliga klockor visar denna medelsoltid
- Siderisk tid baseras på den apparenta rörelsen av stjärnhimlen (ex. vårdagjämningpunkten)





(a) A month's motion of the Earth along its orbit

To vernal equinox



- Ett **soldygn** tid mellan två kulminationer hos solen
- Ett **sideriskt dygn** tid mellan två kulminationer hos tex vårdagjämningspunkten
- 1 sideriskt dygn = $23^h56^m4.091^s$ mätt i medelsoltid

Astronomiska observationer har lett till vår moderna kalender

- Dagen är baserad på jordens rotation kring sin egen axel
- Året är baserat på jordens rörelse kring solen
- Månaden är baserad på månens faser
- Inga av dessa är exakt som i naturen så vi använder oss av medeltal eller inför skottår