



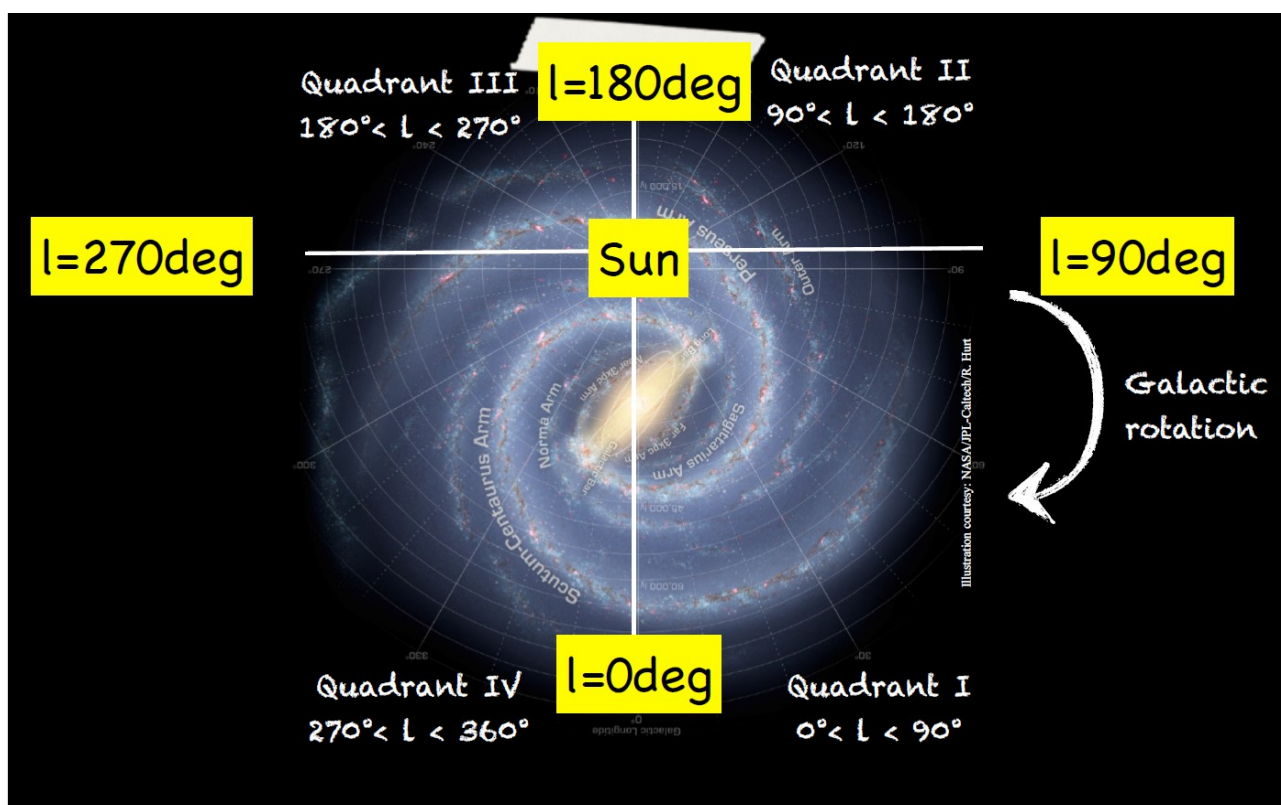
Mælkevejens rotation

Kineæstetisk aktivitet - Lærervejledning¹

Alexander L. Rudolph

Professor i fysik og astronomi, Cal Poly Pomona
Professeur Invité, Université Pierre et Marie Curie (UPMC)

Oversat af
Michael Andrew Dolan Møller.

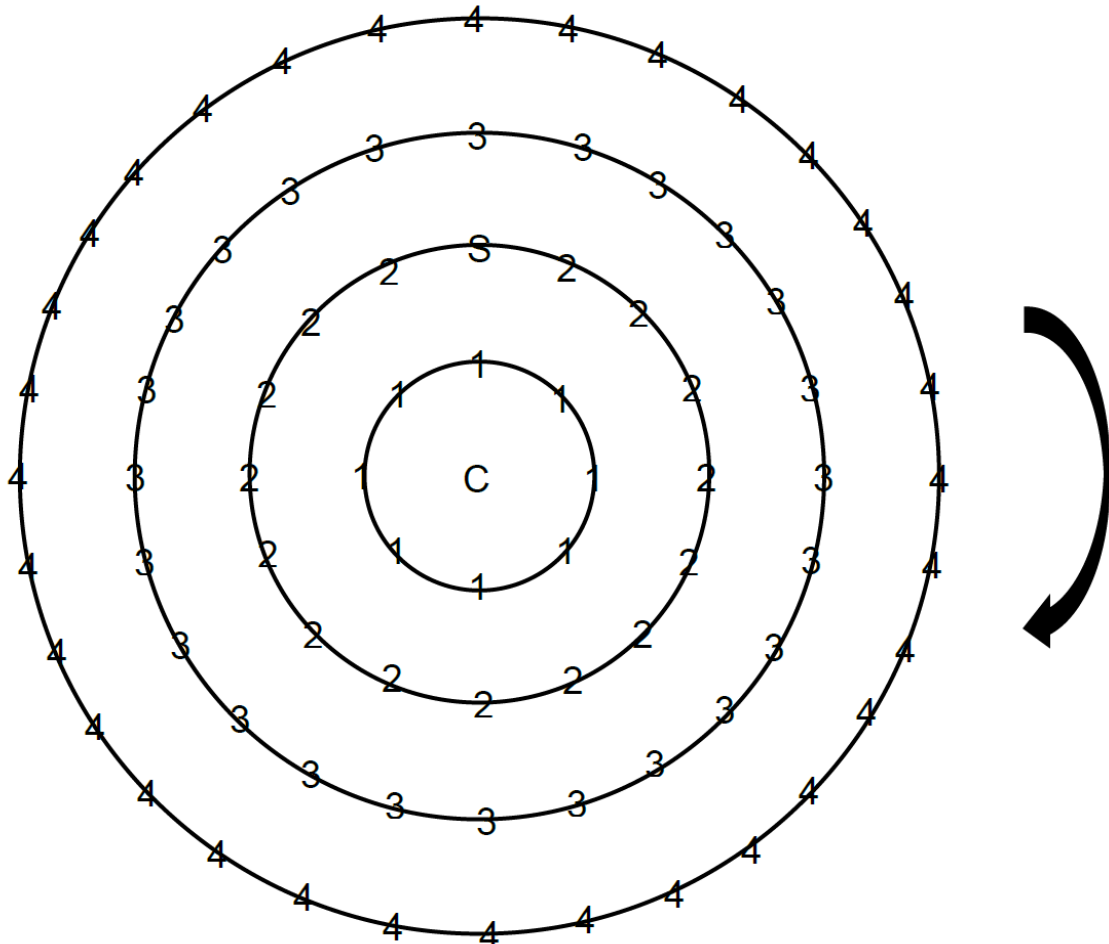


¹ Dette projekt er sponsoreret af EU. Denne teksts indhold står for forfatterens eget ansvar, og EU-kommissionen kan ikke drages til ansvar for indholdet heri.

1. Tegn 4 koncentriske cirkler på jorden med kridt

Se figuren herunder. Sørg for at radius nr. hhv. 2, 3 og 4 er hhv. 2, 3 og 4 gange så store som radius 1.

På figuren angiver bogstavet 'C' Mælkevejens centrum, og bogstavet 'S' angiver Solens placering, som ligger ca. halvvejen mellem centeret og Mælkevejens kant.



Tallene, der angiver trin på cirklerne, er ækvivalente, dvs. der er flere tal på en cirkel, des længere væk den er fra den inderste cirkel. Omkredsen er som bekendt $O=2\cdot\pi\cdot r$, dvs. hvis tætheden af tal er den samme, så vil en fordobling i radius give en fordobling i tal på den nye cirkel. Sammenfattet giver det som anført i tabellen nedenfor.

Radius (arbitrære enheder)	Antal trin på cirklen
1	8
2	16
3	24
4	32

2. Fastlegeme-rotation

For at demonstrere fastlegeme-rotation, skal man starte med at anbringe eleverne langs kardinalakserne. (Nord-Syd samt Øst-Vest.) Det kræver altså 16 elever at fylde alle trinene ud. Lad

dem bevæge sig rundt om deres respektive cirkler, idet de sørger for at være ud for hinanden hele tiden. Eleverne bevæger sig altså som på en karussel. Bemærk at eleverne i de yderste baner skal have væsentligt større fart på end eleverne i de inderste baner. Da omløbstiden, T , er konstant for alle deltagerne og da deres respektive tilbagelagte afstande på en omløbstid er en hel omkreds, finder vi dermed deres banefart, v

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot r \equiv \omega \cdot r, \text{ hvor } \omega \text{ er en konstant, som kaldes vinkelhastigheden.}$$

Giv to af eleverne en lang elastik, som de skal holde. Bemærk at når eleverne går rundt om centrum, ændres elastikkens længde ikke. Der er altså *ingen relativ bevægelse* mellem de to elever, uanset hvilke to elever, man vælger.

3. Differentialrotation

Nu skal alle eleverne bevæge sig med *samme fart*. Dette gøres ved at læreren råber "skift" hvert sekund, og så skal eleverne flytte sig ét trin. Fortsæt indtil eleverne på den inderste cirkel har bevæget sig netop én omgang. (Dvs. eleverne skal bevæge sig 8 trin.)

Bemærk at elevernes placeringer ift. hinanden nu har ændret sig. Dette fænomen kaldes differentialrotation, og det er på samme måde, stjernerne i Mælkevejen og andre spiralgalakser bevæger sig.

4. Definition af galaktisk længdegrad samt kvadranter

Lad en elev være Solen – giv f.eks. vedkommende en gul hat på og anbring eleven ved bogstavet 'S' på kridtfiguren. Giv en anden elev en sort hat på, og lad denne elev være Mælkevejens centrale sorte hul. Anbring eleven ved bogstavet 'C' på kridtfiguren. Sæt en elev på akse CS, men længere væk end S, og giv eleven en lang elastik. Den anden ende af elastikken skal personen ved C have.

Lad to andre elever holde en anden elastik langs en vinkelret akse på CS, og denne elastik skal også gå gennem S.

Galaktisk længdegrad, l , er defineret som en vinkel rundt på en cirkel med Solen som centrum. $l=0$ er defineret i den retning, der går direkte ind mod Mælkevejens centrum. Positiv omløbsretning er i mod uret (og modsat Mælkevejens rotationsretning.) Man definerer 4 kvadranter efter nedenstående skema. Se også billedet på forsiden af denne note.

Kvadrant I	$0^\circ < l < 90^\circ$
Kvadrant II	$90^\circ < l < 180^\circ$
Kvadrant III	$180^\circ < l < 270^\circ$
Kvadrant IV	$270^\circ < l < 360^\circ$

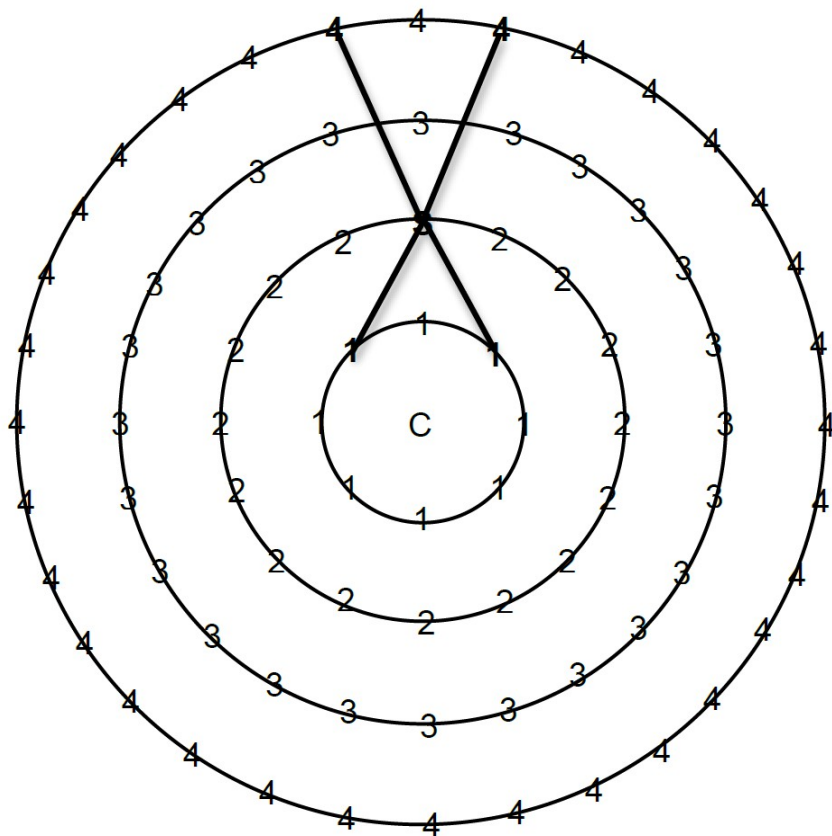
5. Radialhastighedsmønsteret i Mælkevejen

For at finde ud af hvordan radialhastigheden for et legeme, set fra Solsystemet, varierer i de fire kvadranter, skal man gøre som følger:

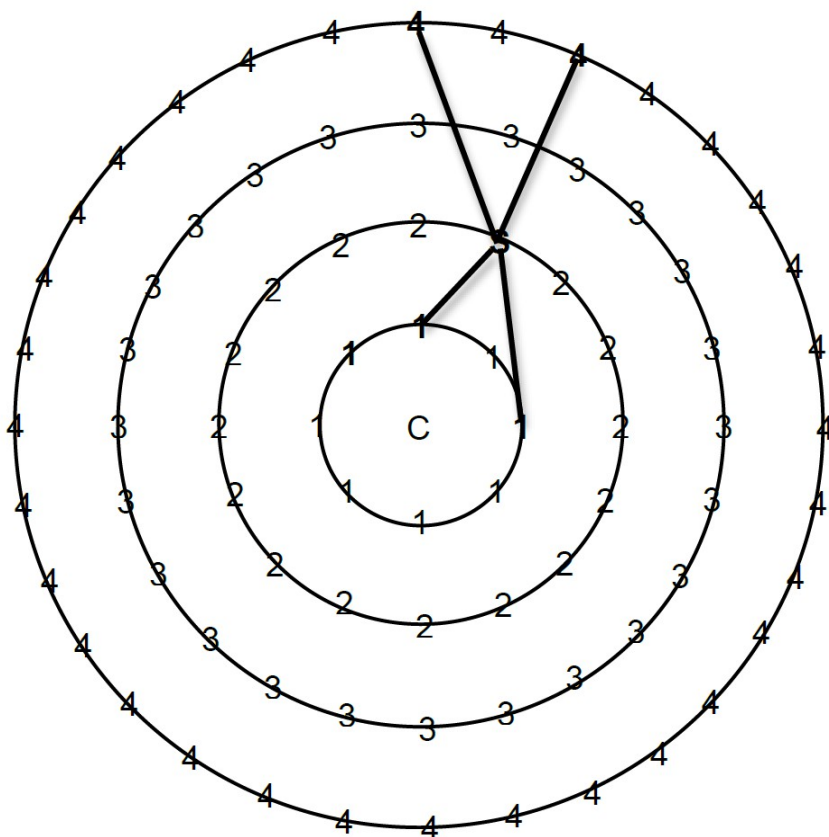
Lad "Sol"-eleven holde den ene ende af en lang elastik. Lad de elever, som står på de trin, der er markeret med fed – se tegningen på sidste side – også holde godt fast i elastikken. Lad den være stram, men ikke udspændt. Lad alle 5 elever gå ét trin frem. Bemærk at nogle steder er elastikken

blevet strammet yderligere, mens den andre steder er blevet slappere. Hvis elastikken er blevet strammere, er eleverne flyttet væk fra hinanden, dvs. radialhastigheden er positiv. Hvis elastikken er blevet slappere, er de to personer flyttet nærmere hinanden, og der er radialhastigheden negativ. Eleverne skulle gerne se, at radialhastigheden i de fire kvadranter er givet som på tabellen nedenfor.

Kvadrant I	$v_r > 0$
Kvadrant II	$v_r < 0$
Kvadrant III	$v_r > 0$
Kvadrant IV	$v_r < 0$



Time step 0



Time step 1