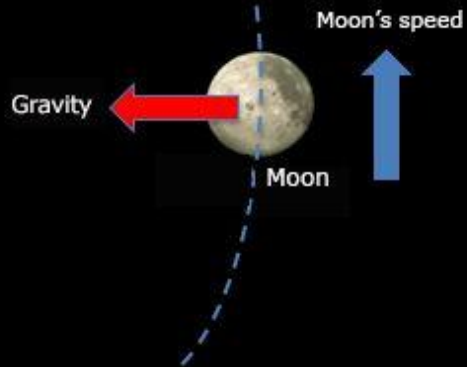
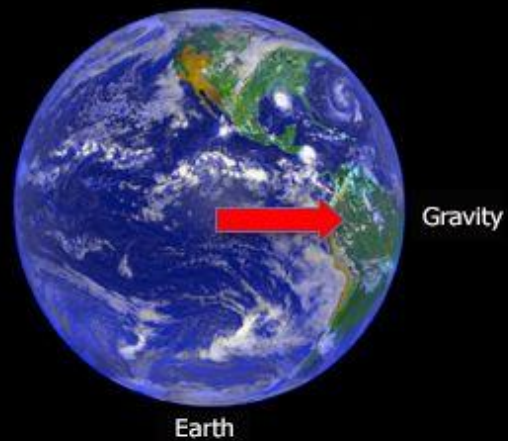




# MÅNENS DANNELSE OG BANEBEVEGELSER

HVORFOR FALLER IKKE MÅNEN NED PÅ JORDEN?

Foredrag av Ronny Hjelland  
31. Oktober 2023



# TEMA

- Månens dannelse
- Enkle fakta om Månen
- «Banebrytende» oppdagelser
- Formørkelser
- Gravitasjon
- Tidevannskrefter
- Bundet rotasjon
- Librasjon
- Månens virkelige bane



# MÅNEN

USEDVANLIG STOR I FORHOLD TIL PLANETEN SIN

FEMTE STØRSTE SATELLITTEN I SOLSYSTEMET

17% AV JORDENS TOTALE GRAVITASJONSSTYRKE

BUNDET ROTASJON MED JORDEN



## Fakta om månen

Astronomisk tegn	☾
Middelavstand fra Jorden	384 400 kilometer
Banens eksentrisitet	0,055
Banens ekliptikkhelning	5° 8' 43"
Ekvatorradius	1738 kilometer
Masse (Jorden = 1)	0,0123
Midlere densitet	3,34 g/cm <sup>3</sup>
Overflatetemperatur ved ekvator	
maksimum	100 °C
minimum	-170 °C
Siderisk omløpstid/rotasjonstid	27,32 døgn
Synodisk omløpstid/rotasjonstid	29,53 døgn
Aksehelning	6° 41'



# HVORDAN OPPSTOD MÅNEN?

- Månen ble dannet 30-50 millioner år etter solsystemets opprinnelse
- Flere teorier:
  1. Slynget ut fra jordskorpen ved hjelp av sentrifugalkraft.
    - Dette ville kreve et for stort opprinnelig spinn for jorden.
  2. Innfangning av en ferdig måne.
    - Ville kreve en umulig stor utvidet atmosfære for å spre energien til passerende måne.
  3. Dannet samtidig med jorden i samme akkresjonsskive.
    - Forklarer ikke hvorfor det er så lite metallisk jern i månen.
- Ingen av disse hypotesene forklarer det store drivmomentet til jord-måne systemet



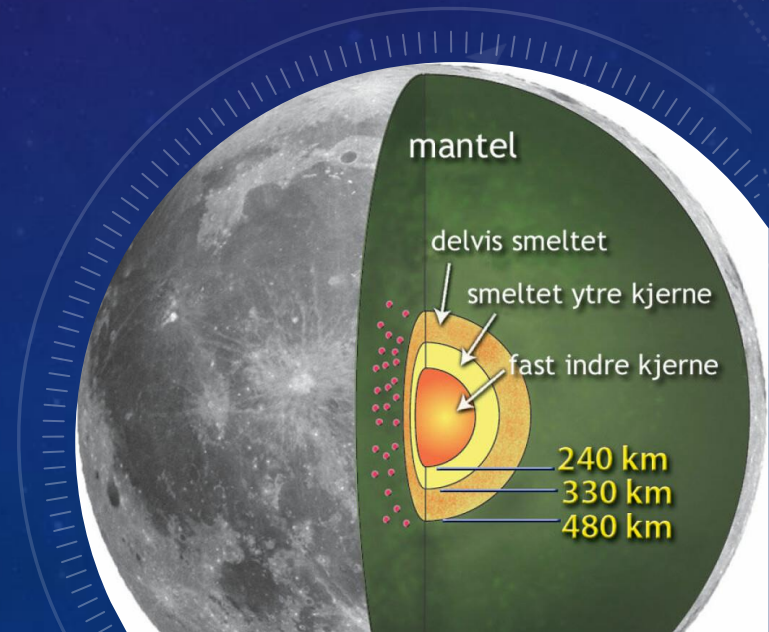
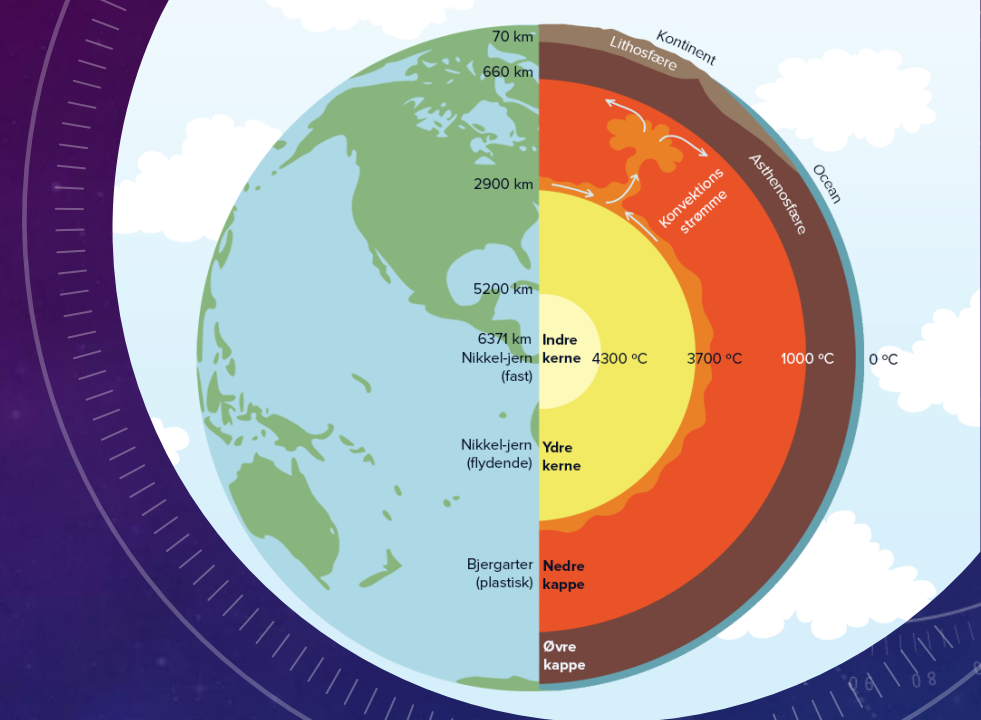


# NEDSLAGSTEORIEN



# SAMMENSETNINGER

- Like sammensetninger i overflaten
- Jordens kjerne er vesentlig større i forhold til månens.
- Selv om månen er  $\frac{1}{4}$  del av størrelsen til Jorden så veier Jorden hele 81 ganger mer enn månen.



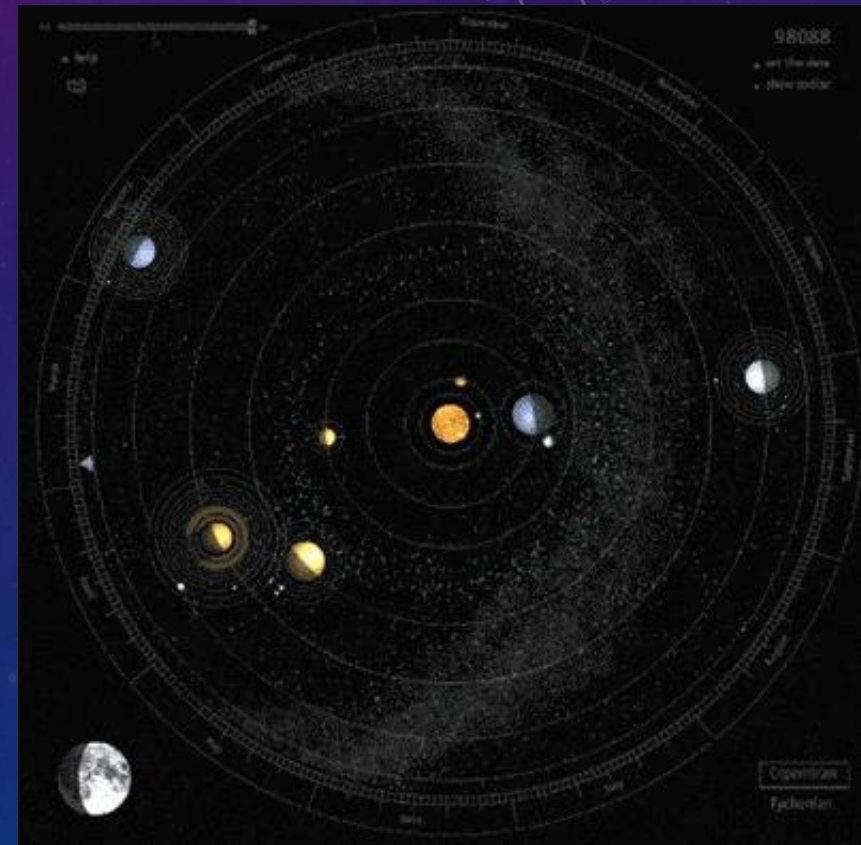




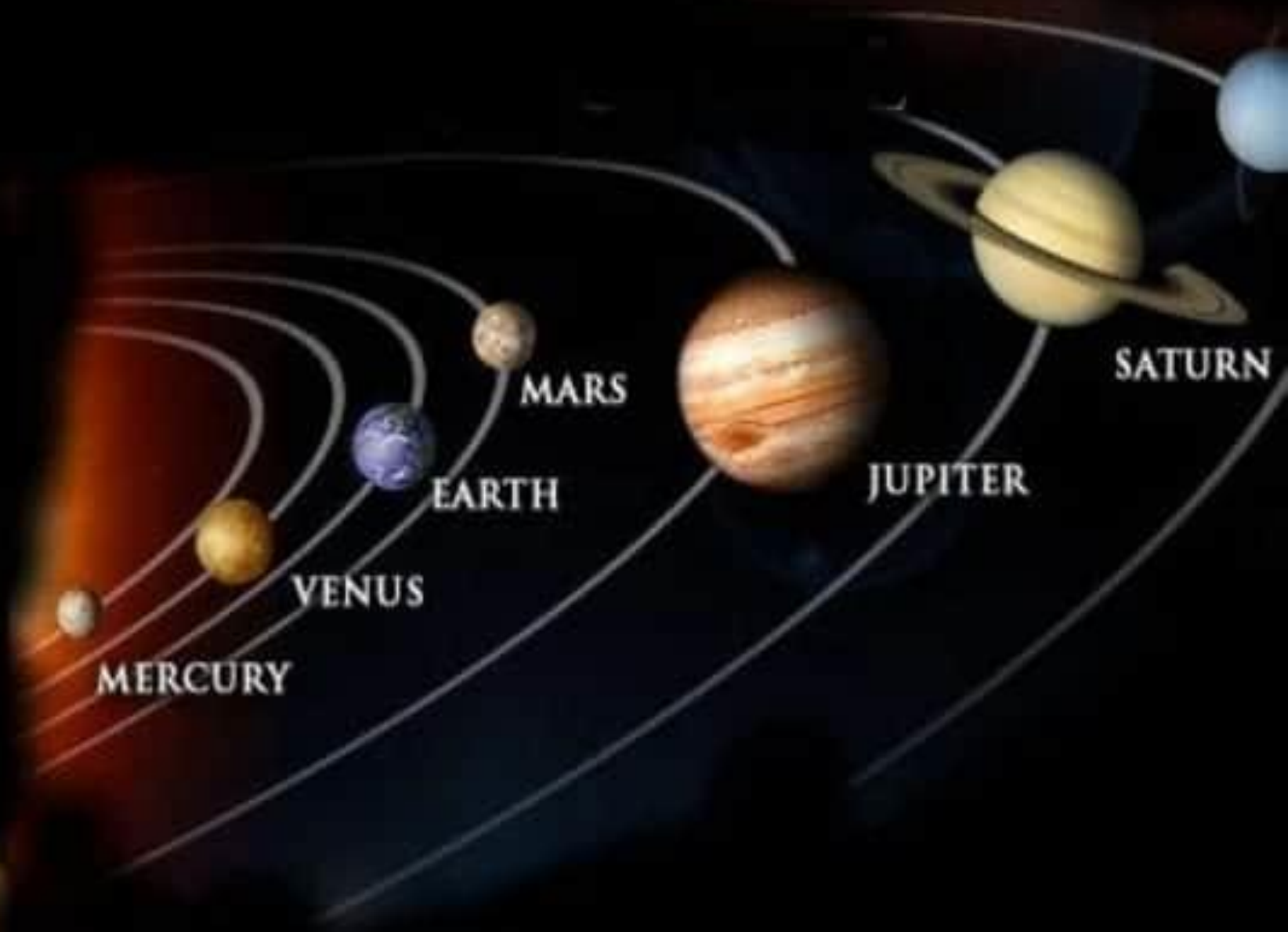
# NIKOLAUS KOPERNIKUS (1473-1543 E.KR.)

Kopernikus beviste at det er solen som står i sentrum av planetenes runddans og at jorden bare er en planet blant mange som går i sirkler rundt solen.

Dette ble senere bekreftet av Galileo Galilei sine astronomiske observasjoner med teleskop.



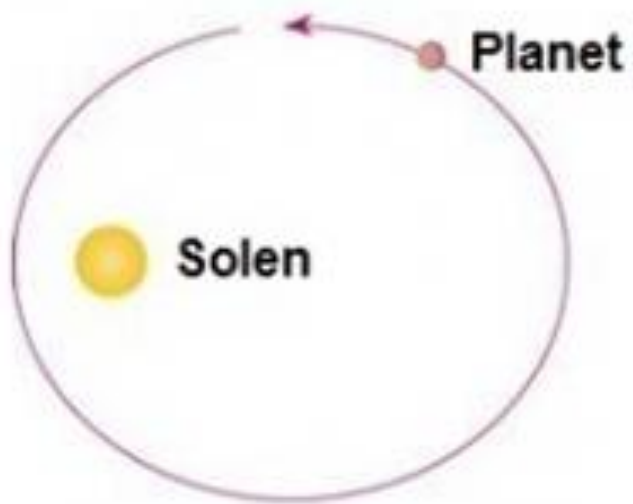
Johannes Kepler 1571 - 1630





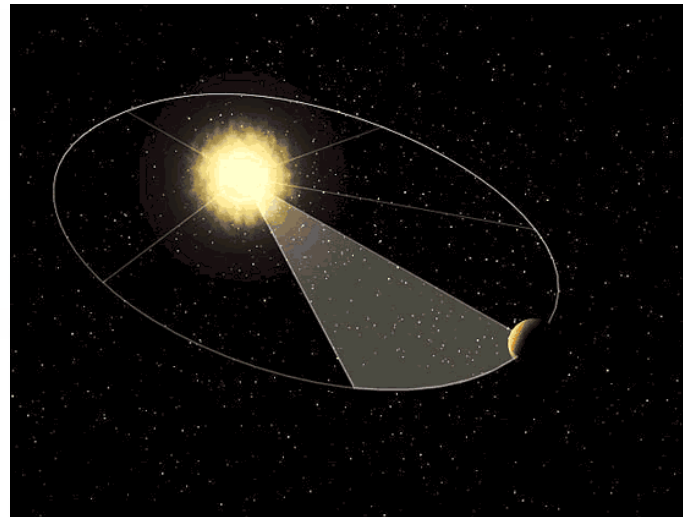
# KEPLERS LOVER

## 1. lov



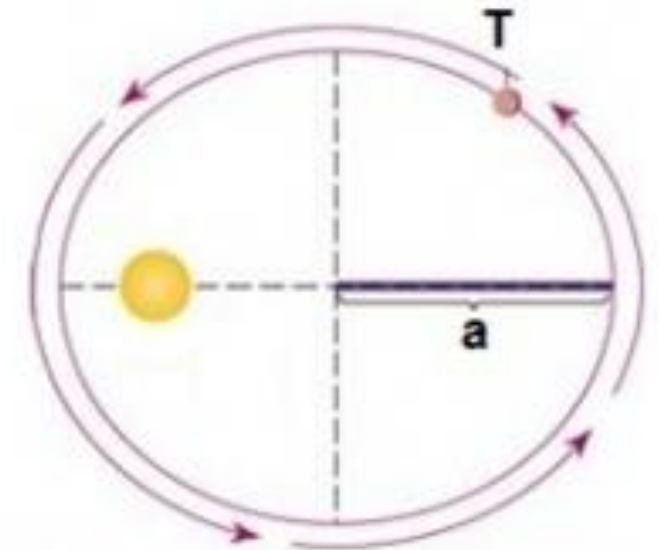
En planets kretsløp omkring Solen er en ellipse med Solen i det ene brennpunktet.

## 2. lov



Den linjen som forbinder Solen med planeten dekker like store arealer over like store tidsrom.

## 3. lov



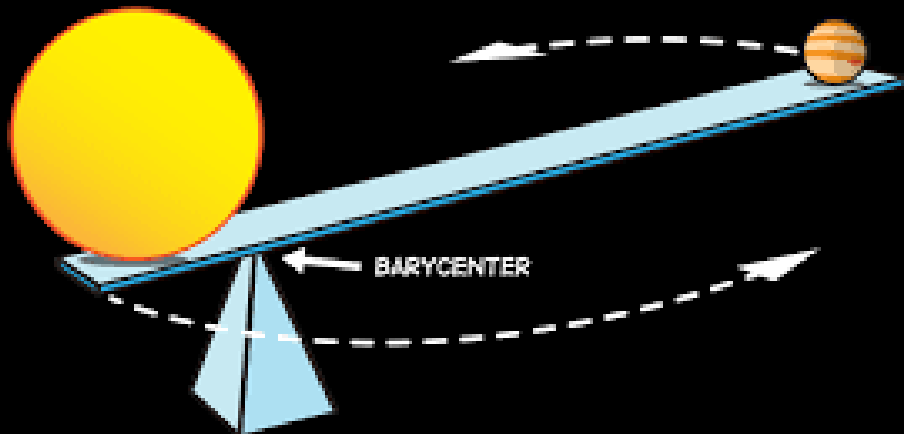
Planetenes sideriske perioder i annen potens ( $T^2$ ) er proporsjonal med planetenes halve storakser i tredje potens ( $a^3$ ).

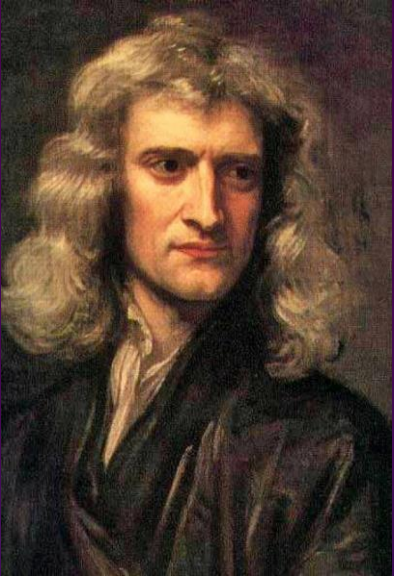




# ISAAC NEWTON (1643 – 1727)

- Gikk ut fra Keplers lover for planetenes bevegelser, og var den første til å vise at bevegelsen til objekter på jorda og objekter i himmelrommet følger de samme lovene.
- Fant ut at det er gravitasjon som holder Månen i bane rundt Jorden og planetene i bane rundt solen.
- Fant ut at massive objekter roterer rundt et felles tyngdepunkt.
- Gravitasjonen trekker inn mot massesenter.





# NEWTONS LOVER

## BEVEGELSESLOVENE

### 1. Lov

Treghetsloven.

Et legeme forblir i sin tilstand av ro eller rettlinjet bevegelse så lenge ingen ytre krefter endrer denne tilstanden.

$$\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \Delta\vec{v} = \vec{0}$$

### 2. Lov

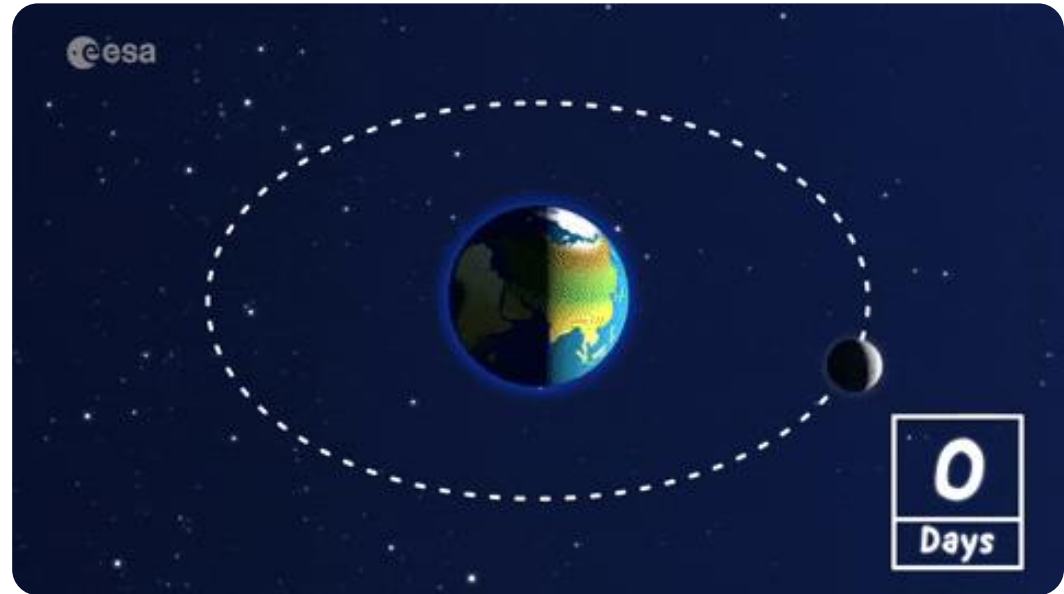
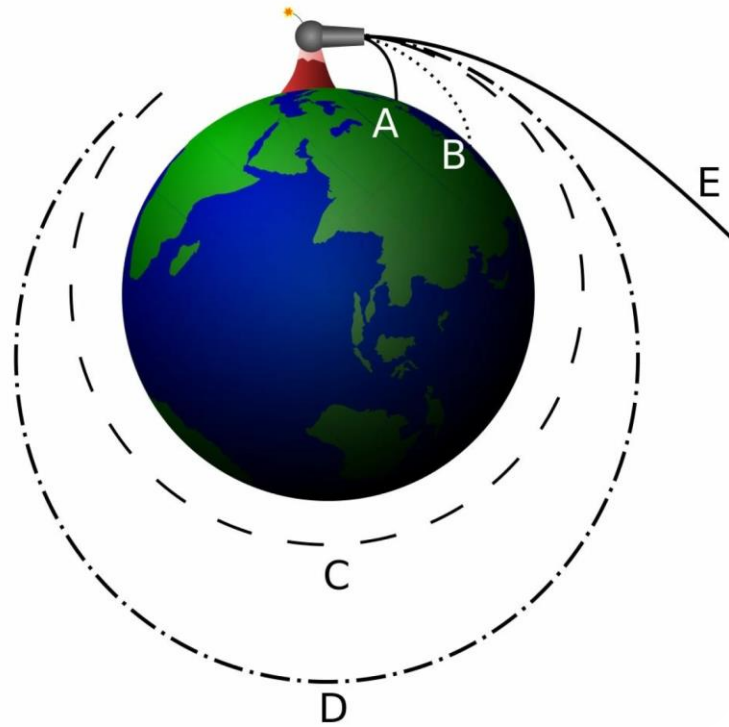
Dersom en ytre kraft virker på et legeme, fører det til at legemet får en akselerasjon som er proporsjonal med kraften.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

### 3. Lov

Til enhver kraft finnes det en like stor og motsatt rettet motkraft.

$$\vec{F} = -\vec{F}$$



# MÅNEN FALLER RUNDT JORDEN

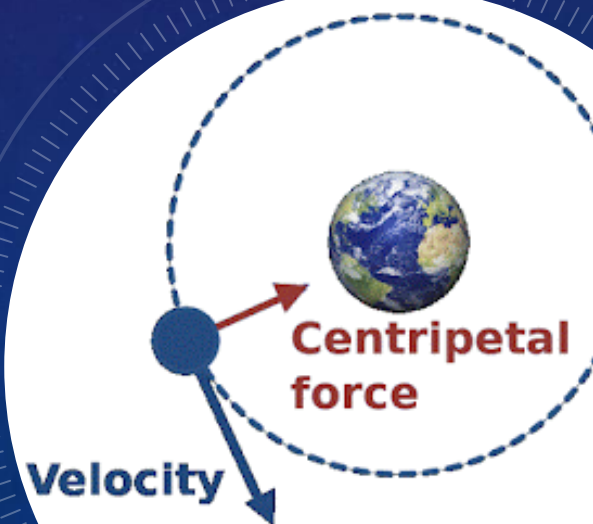
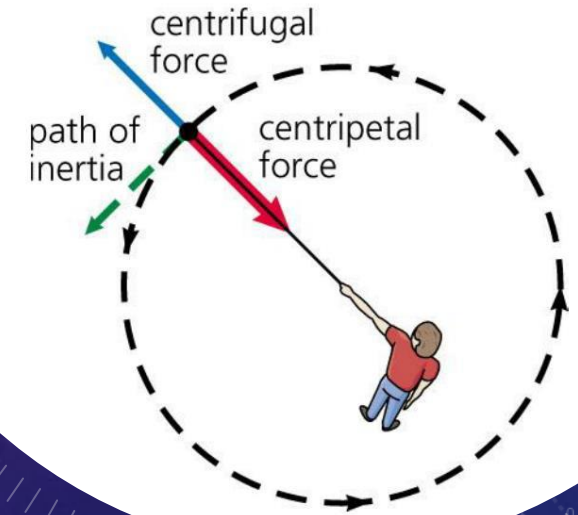
NEWTON BEREGNET AT MÅNEN FALLER MOT JORDEN MED CA. 1 MM I SEKUNDET.



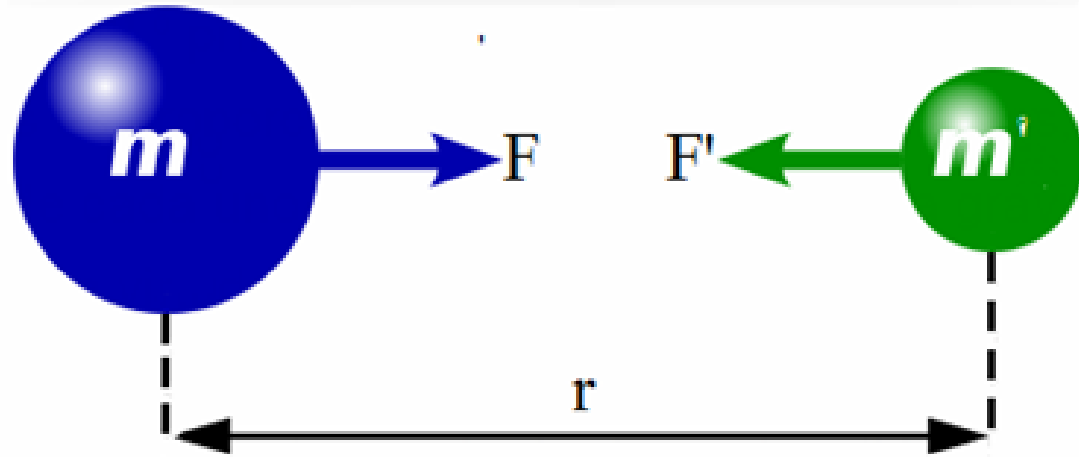
# SENTRIPETALKRAFT

- Sentripetalkraften virker alltid mot senter av massen.
- Sentrifugalkraften virker utover.

## Centripetal force



# GRAVITASJONSKONSTANTEN



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

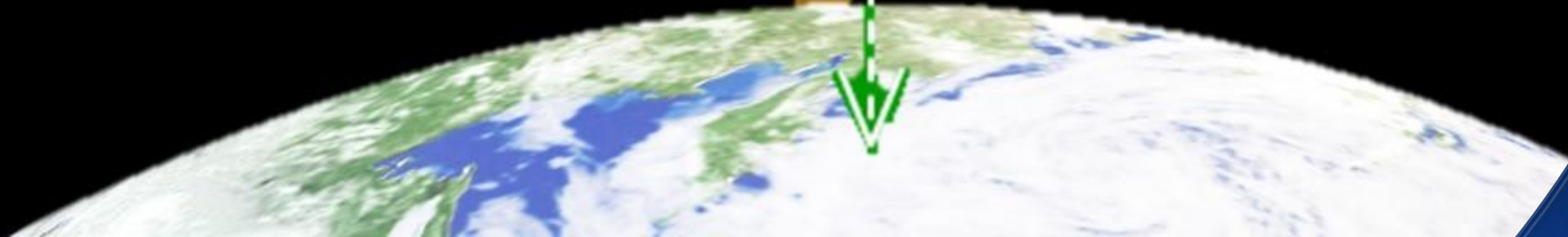
- OGSÅ KJENT SOM G, den universelle gravitasjonskonstanten
- $G = 6,674\ 30(15) \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
- Kraften som virker mellom to legemer er direkte proporsjonal med  $m_1$  ganget med  $m_2$ , og omvendt proporsjonal med kvadratet av avstanden ( $r$ ).



$a_c = 0.00272 \text{ m/s}^2$



$a_c = 9.80 \text{ m/s}^2$



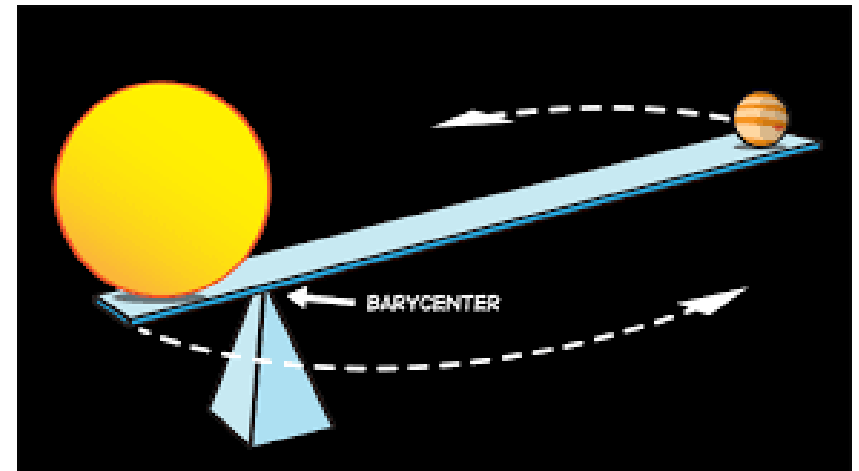
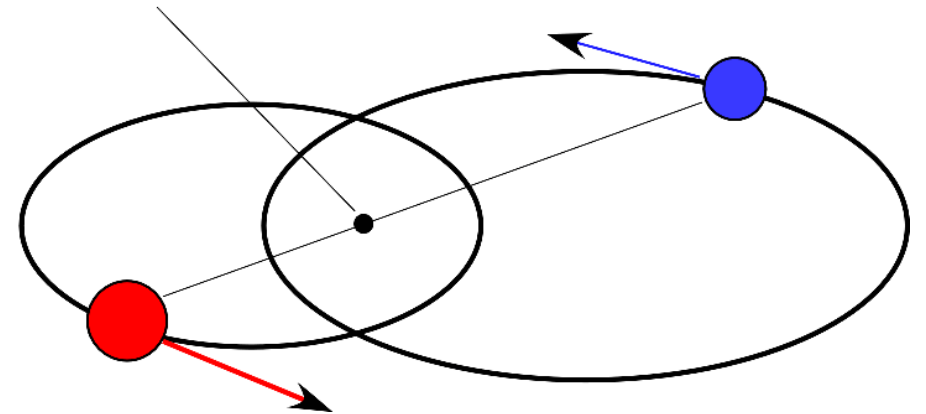


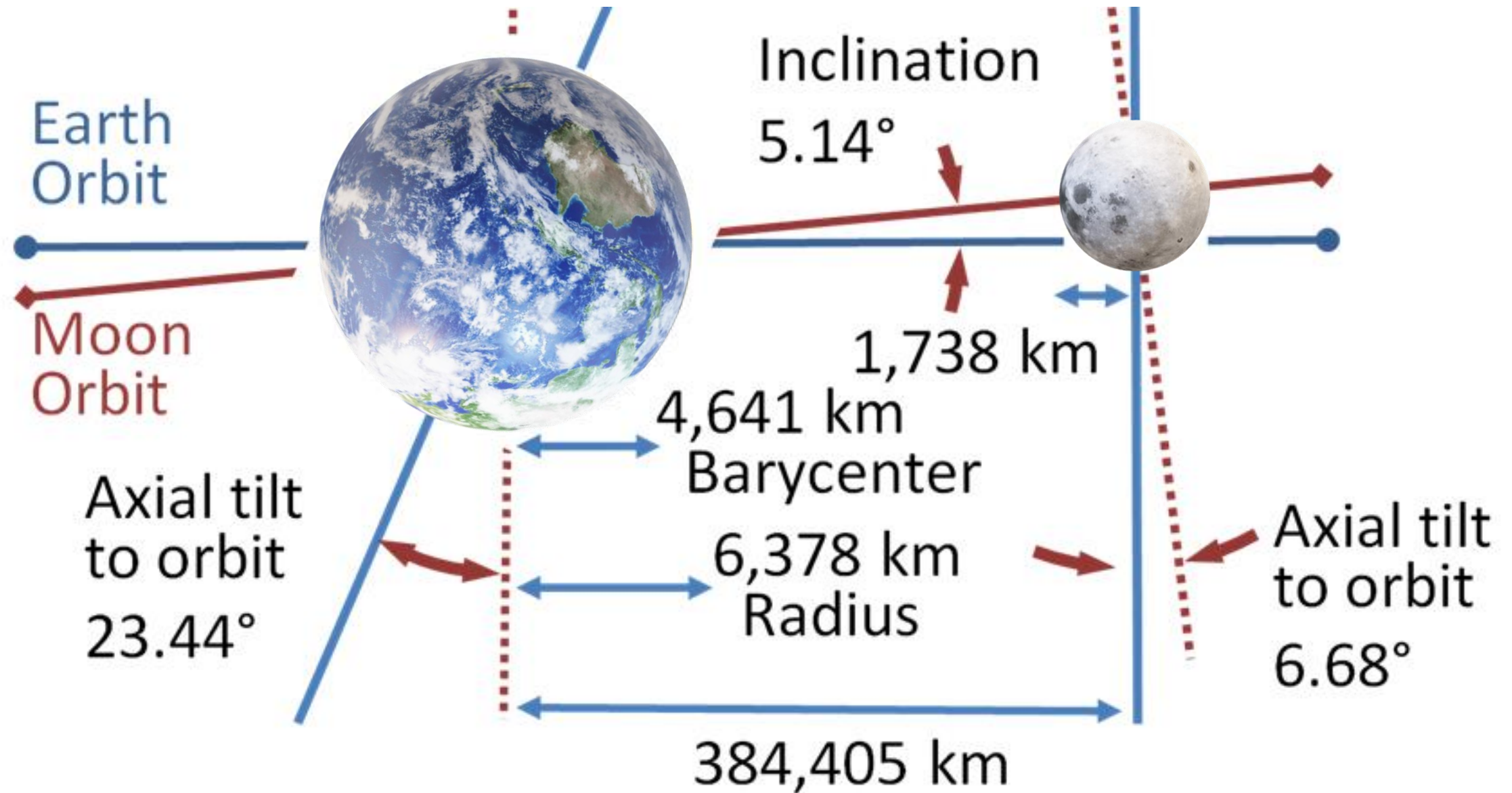
FELLES

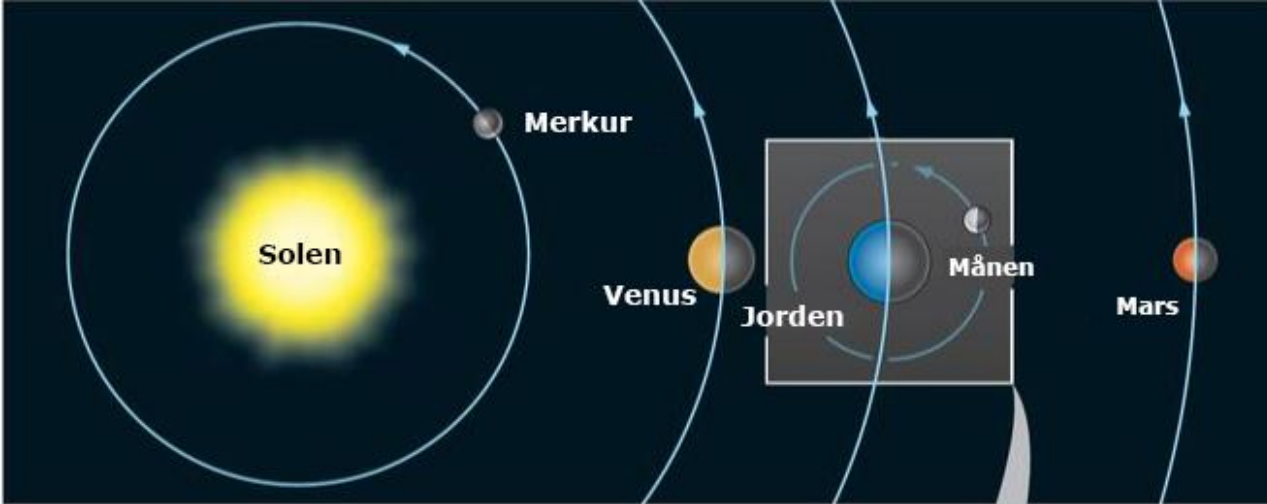
MASSESENTRUM

TO OBJEKTER VIL ROTERE RUNDT  
ET FELLES TYNGDEPUNKT.

Center of mass

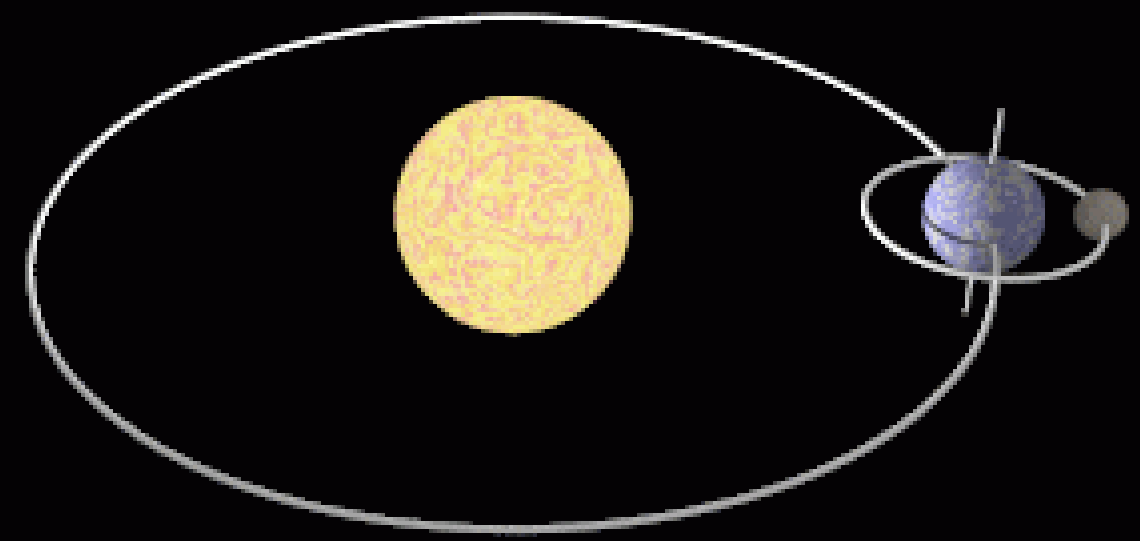






# ROTASJONSRETNING

Sett fra Jordens nordpol går de fleste planeters og månens bane og rotasjon mot klokken.

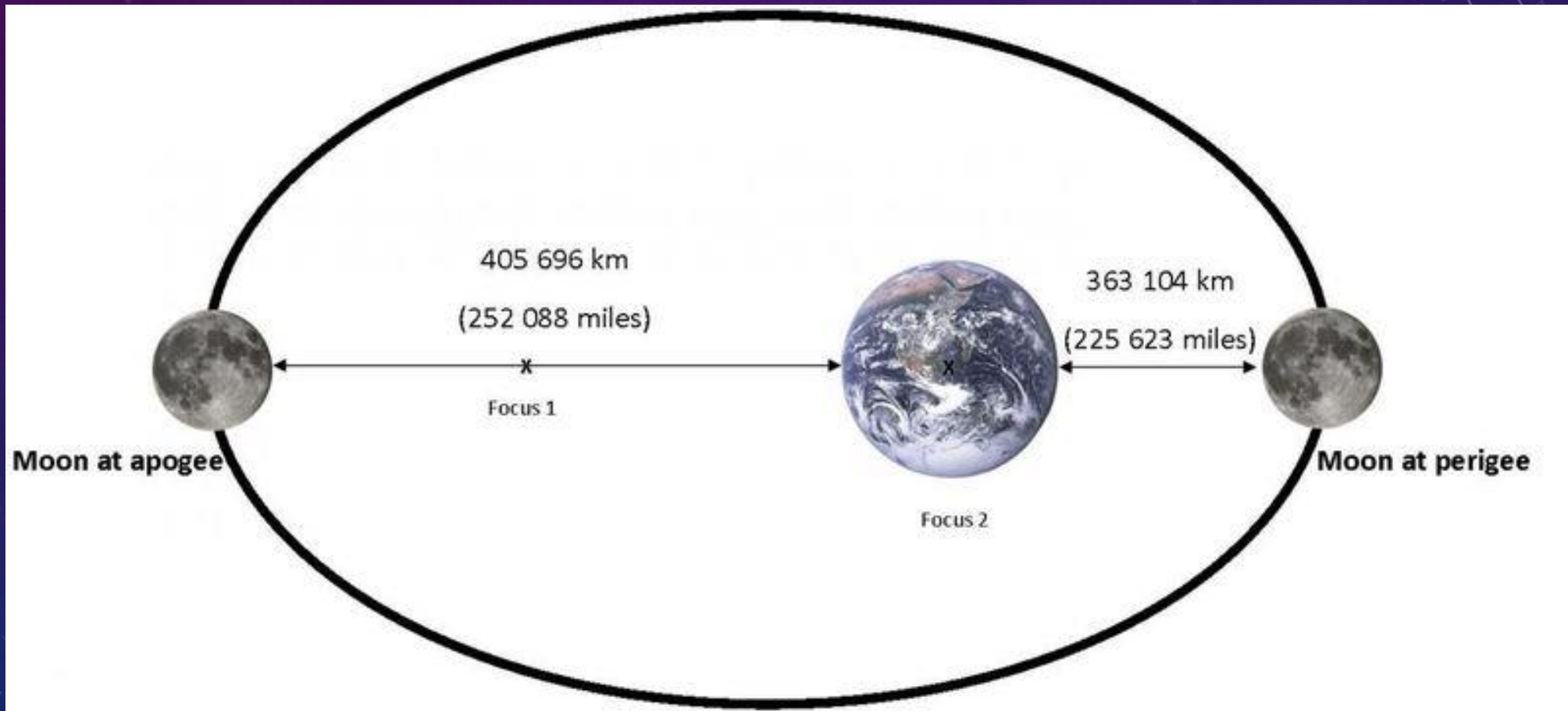




# JORDENS BANE RUNDT SOLEN



# MÅNENS BANE RUNDT JORDEN



# MÅNEFASE





# FORMØRKELSER



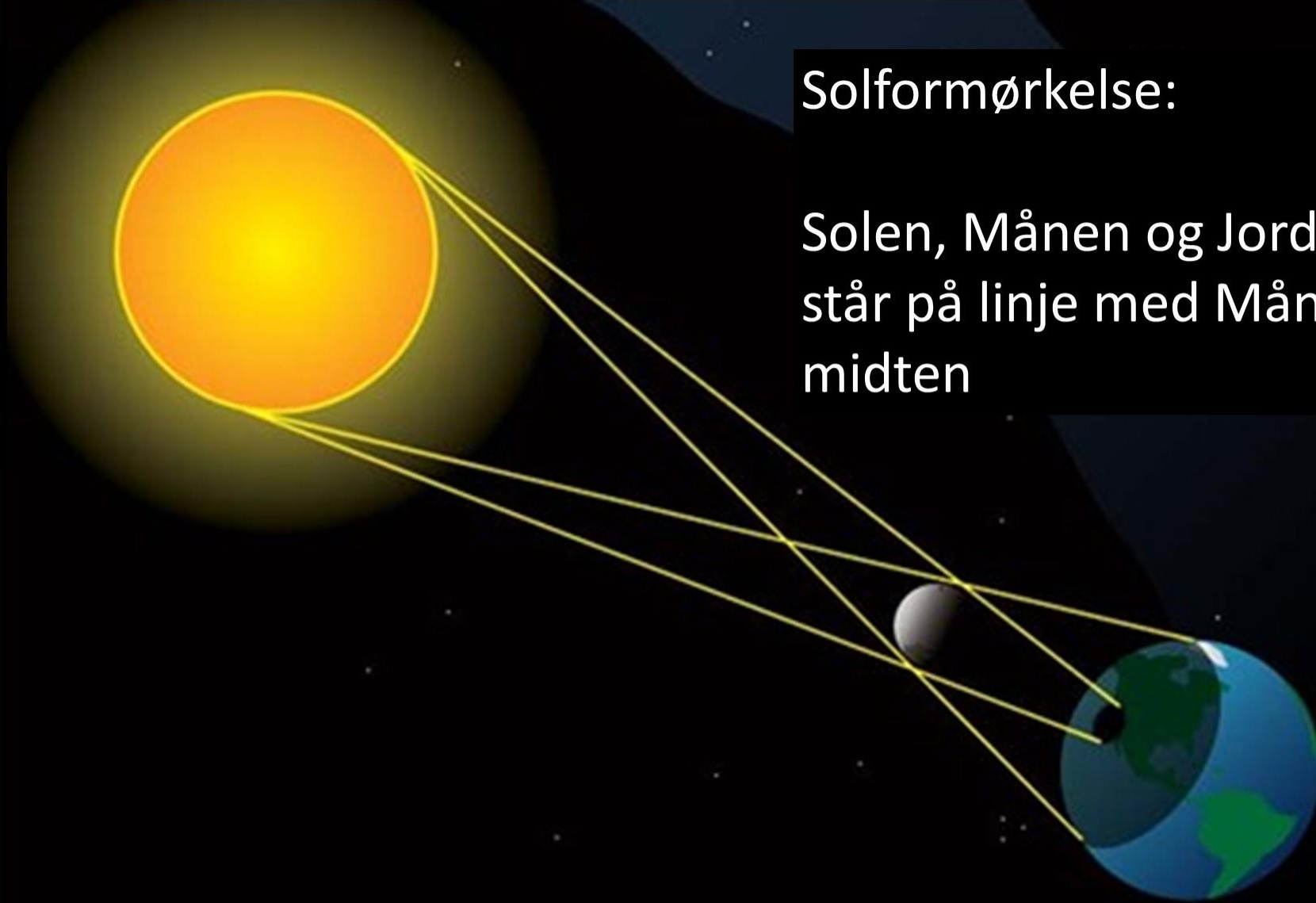
SOLFORMØRKELSE  
NÅR MÅNEN DEKKER FOR SOLEN.



MÅNEFORMØRKELSE  
NÅR MÅNEN KOMMER INN I JORDSKYGGEN.

## Solformørkelse:

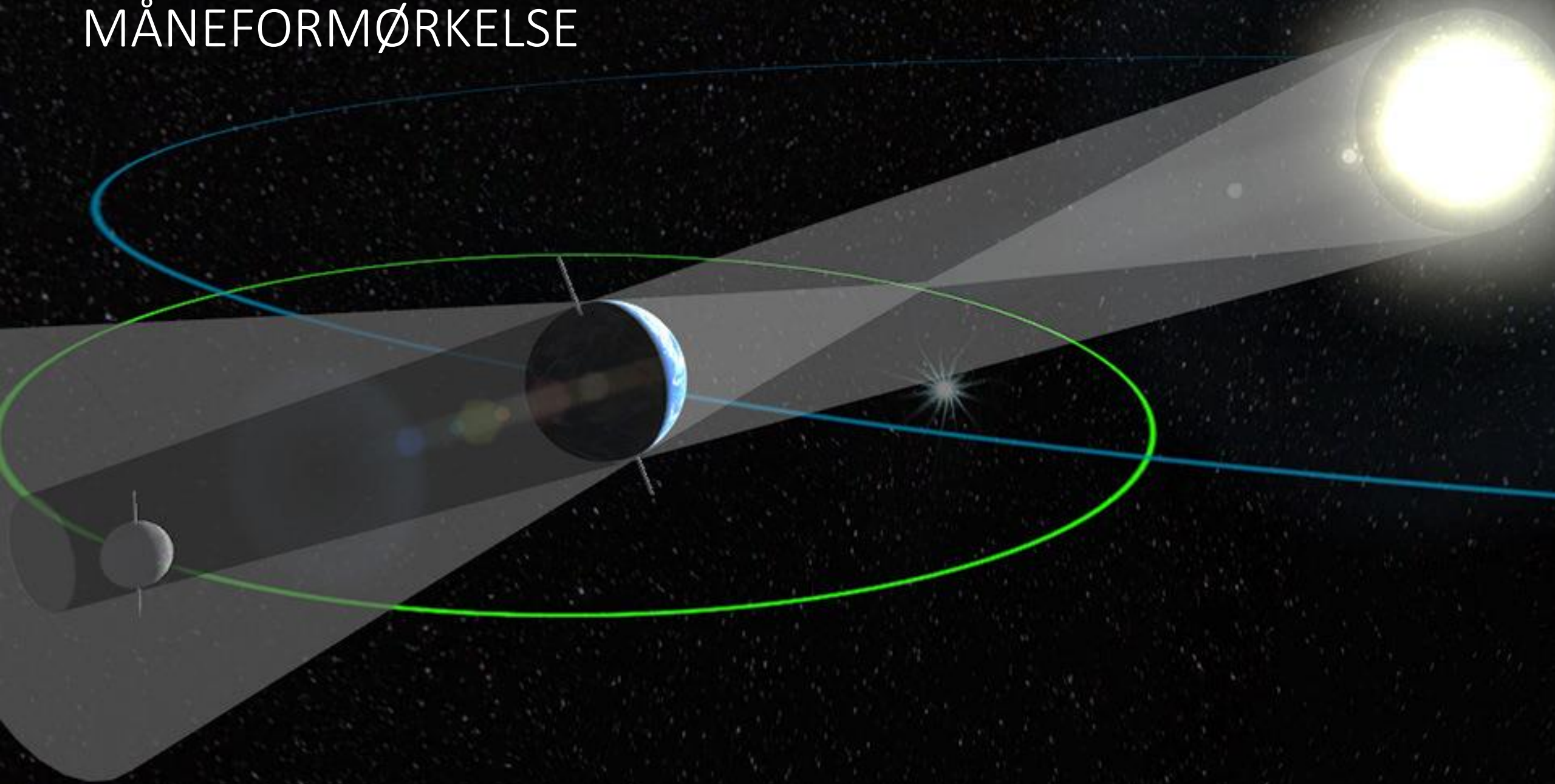
Solen, Månen og Jorden  
står på linje med Månen i  
midten



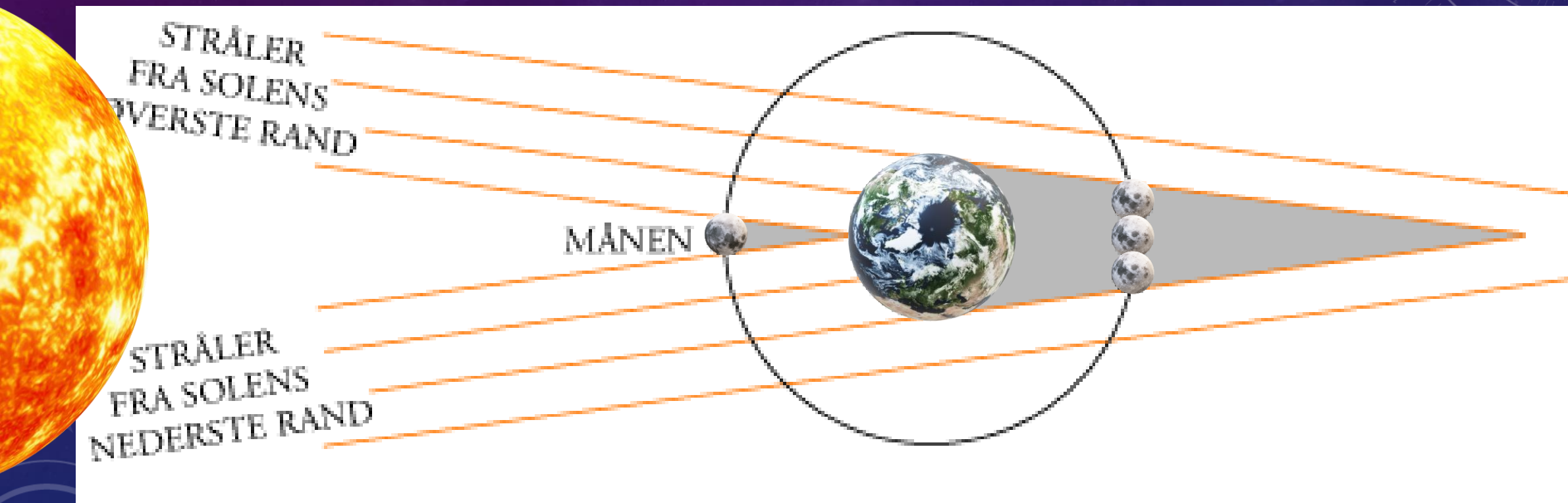


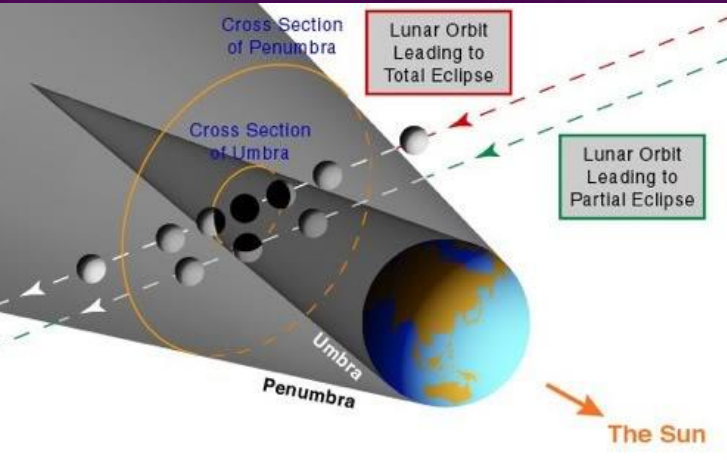


# MÅNEFORMØRKELSE



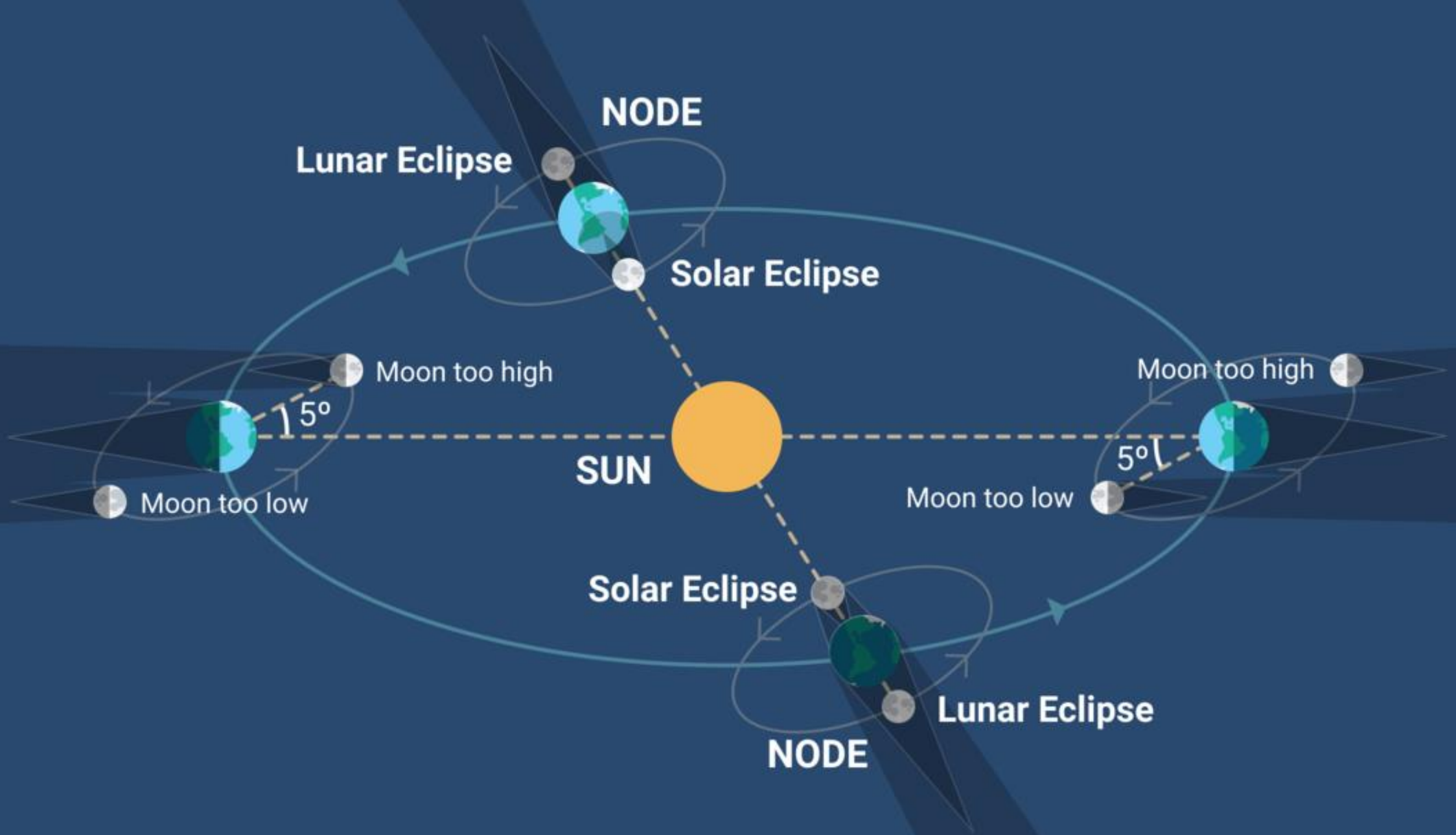
ARISTARKHOS (310-230 FVT) LA MERKE TIL AT DET VED SOLFORMØRKELSE VAR EN LITEN SKYGGE PÅ JORDEN, MENS DET VAR PLESS TIL CA. 3 MÅNER I JORDENS SKYGGE VED MÅNEFORMØRKELSE. HAN KONKLUDERTE MED AT JORDEN MÅTTE VÆRE CA. 4 GANGER STØRRE ENN MÅNEN.





Det er først når man setter sammen bilder av måneformørkelser justert etter jordskyggen at man virkelig ser hvor stor jordskyggen er.

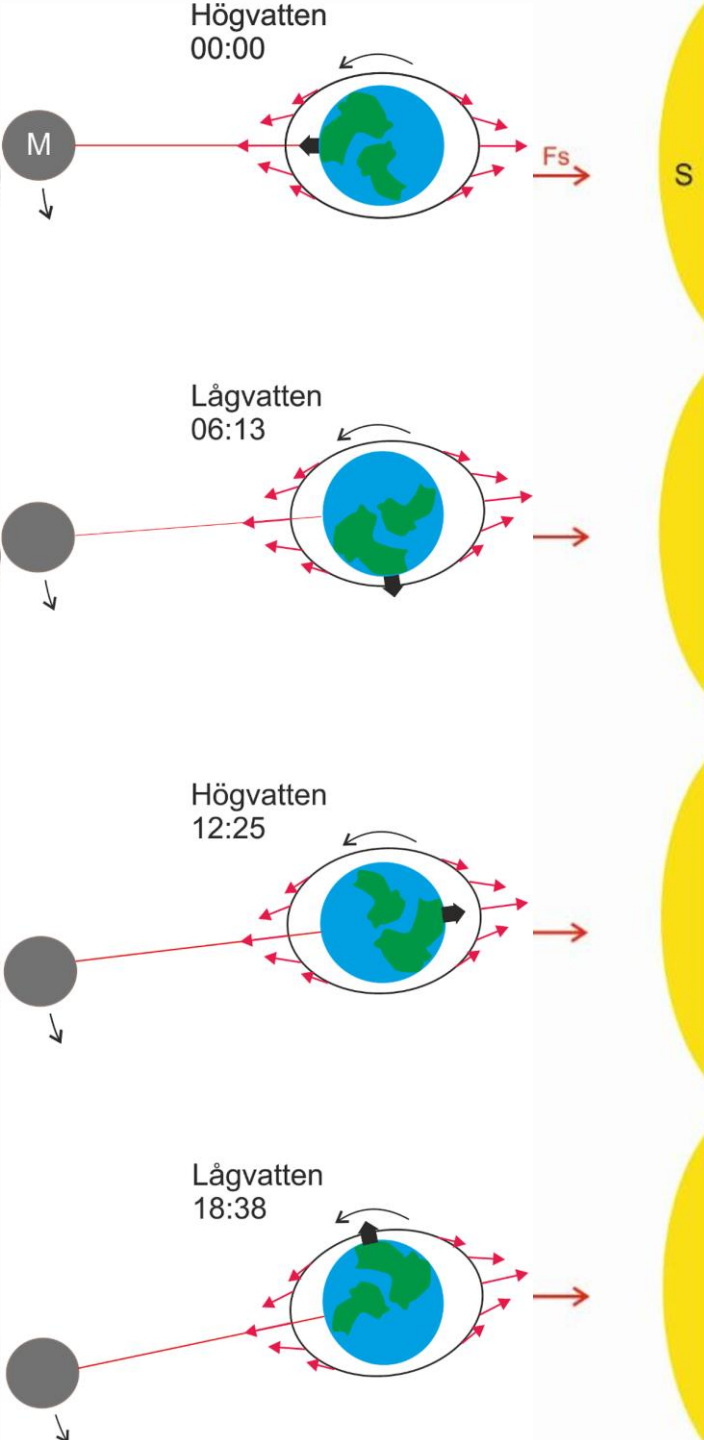




# TIDEVANNSKREFTER

- Både Månen og Solen trekker opp vannet på Jorden.
- Månens påvirkning er størst siden den er nærmest.
- Tidevannskraften svekkes med kubikken av avstanden ( $r^3$ ).



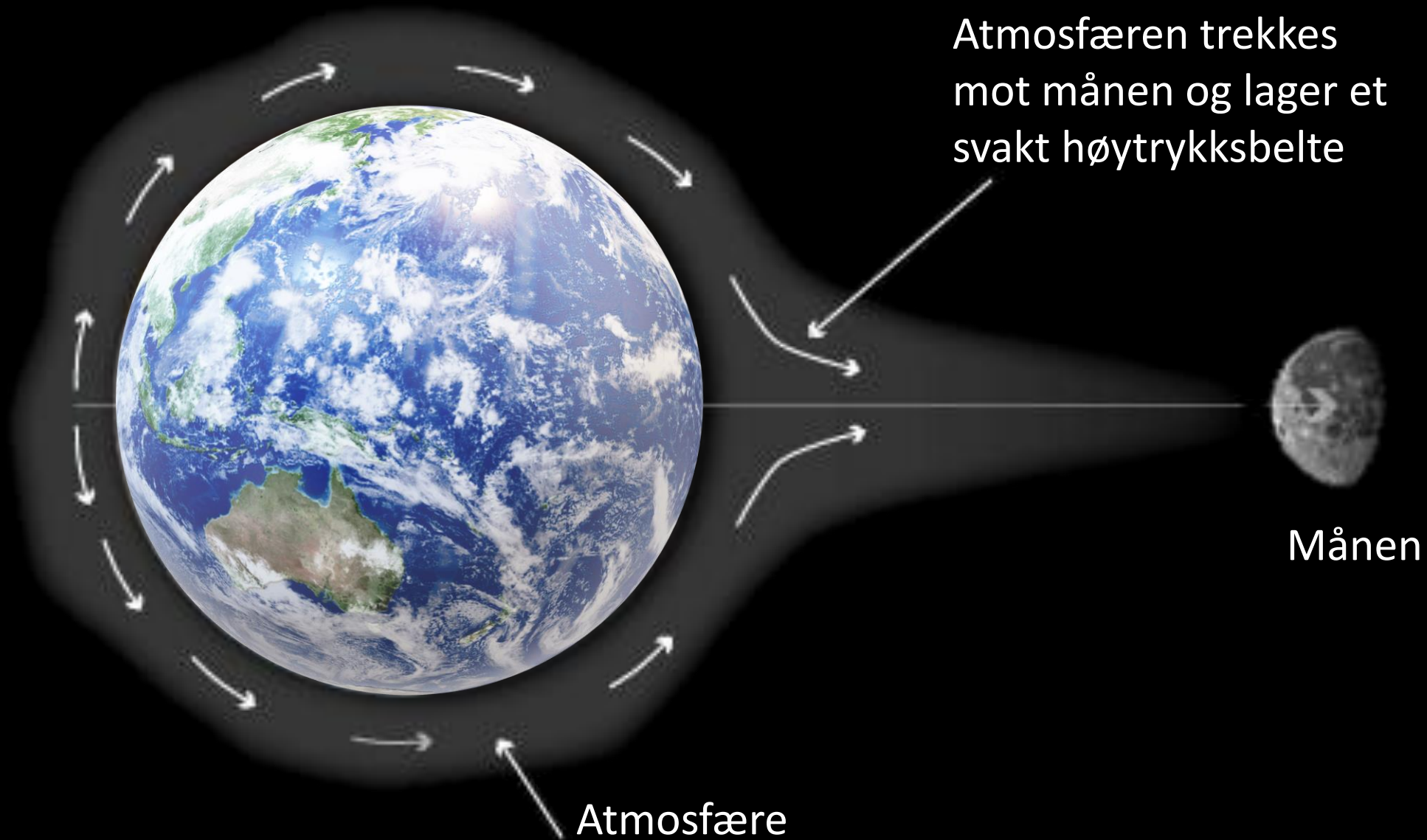


# FLO OG FJÆRE

- Vannet strømmet mot felles tyngdepunkt i jord-måne systemet.
- Månen trekker mer på vannet på den siden av jorden som vender mot månen.
- Sentrifugalkraften trekker vann fra nord og sør mot ekvator.
- Den astronomiske tidevannsbølgen er ikke høy, men fra 100 meter til kilometer bred og tilsvarende dyp hvis havdybden tillater det.
- Jordens roterer slik at det astronomiske tidevannet beveger seg fra øst mot vest.
- Corioliskraften gjør at tidevannet dreier mot høyre på den nordlige halvkule og mot venstre på den sørlige.

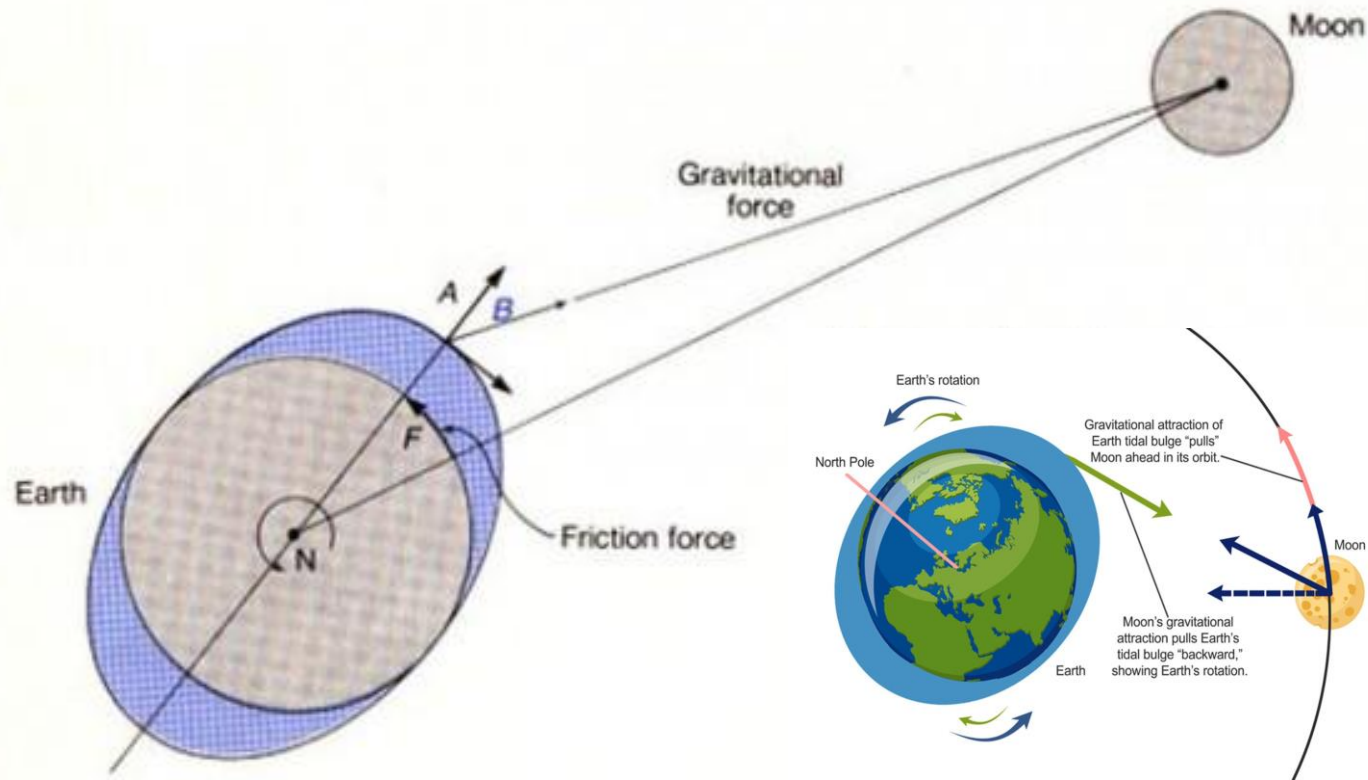


# Effekten av månens gravitasjonskraft ved fullmåne



# SLYNGEEFFEKT

Jorden roterer slik at tidevannet alltid ligger litt foran månen. Dette betyr at Jorden alltid har litt mer masse foran månen og det er denne lille ekstra massen som drar månen opp i fart slik at den slynges lengre vekk fra Jorden. Samtidig gjør friksjon mellom havet og havbunnen at jordens rotasjon bremses og dagene blir lengre.





# LRRR – LASER RANGING RETROREFLECTOR

- Astronautene på Apollo 11, 14 og 15 satte ut reflektorer på Måneoverflaten.
- Sovjet sendte også opp en på sin Lunokhod 2 rover i 1973.
- India plasserte også en i 2023.
- Laserstråler som sendes fra Jorden er 6,5 km bred når de treffer Månen, og den reflekterte strålen er 20 km bred når den kommer tilbake til Jorden.





# BUNDET ROTASJON



# LIBRASJON

- Gjør det mulig å observere mer enn 50% av månens overflate.
- Librasjon i lengde
  - Månens eksentriske bane gjør at rotasjonen av og til ligger forut eller etter månens posisjon i banen.
- Librasjon i bredde
  - Skyldes at månens rotasjonsakse heller litt i forhold til måneplanet.
- Parallaktisk librasjon
  - Jordas rotasjon gjør at observatør flytter seg fra ene til andre siden
- Totalt kan 59% av månens overflate observeres fra jorden.





Månens orientering på den nordlige halvkule



TOPP

BUNN

BUNN

TOPP

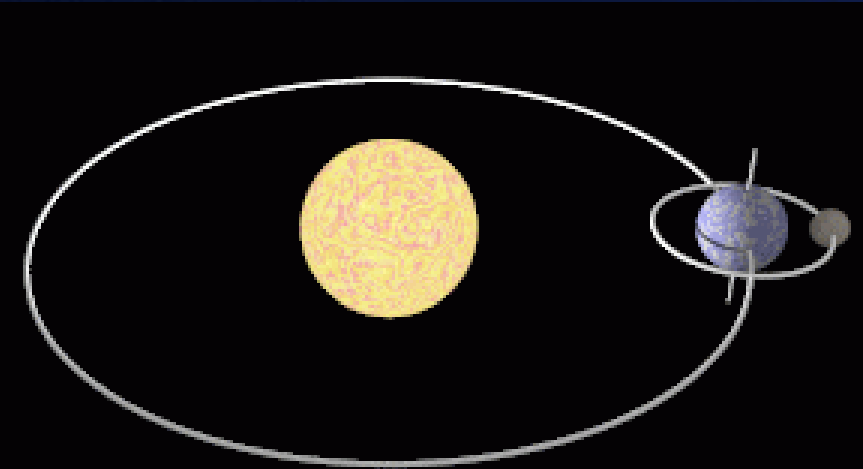
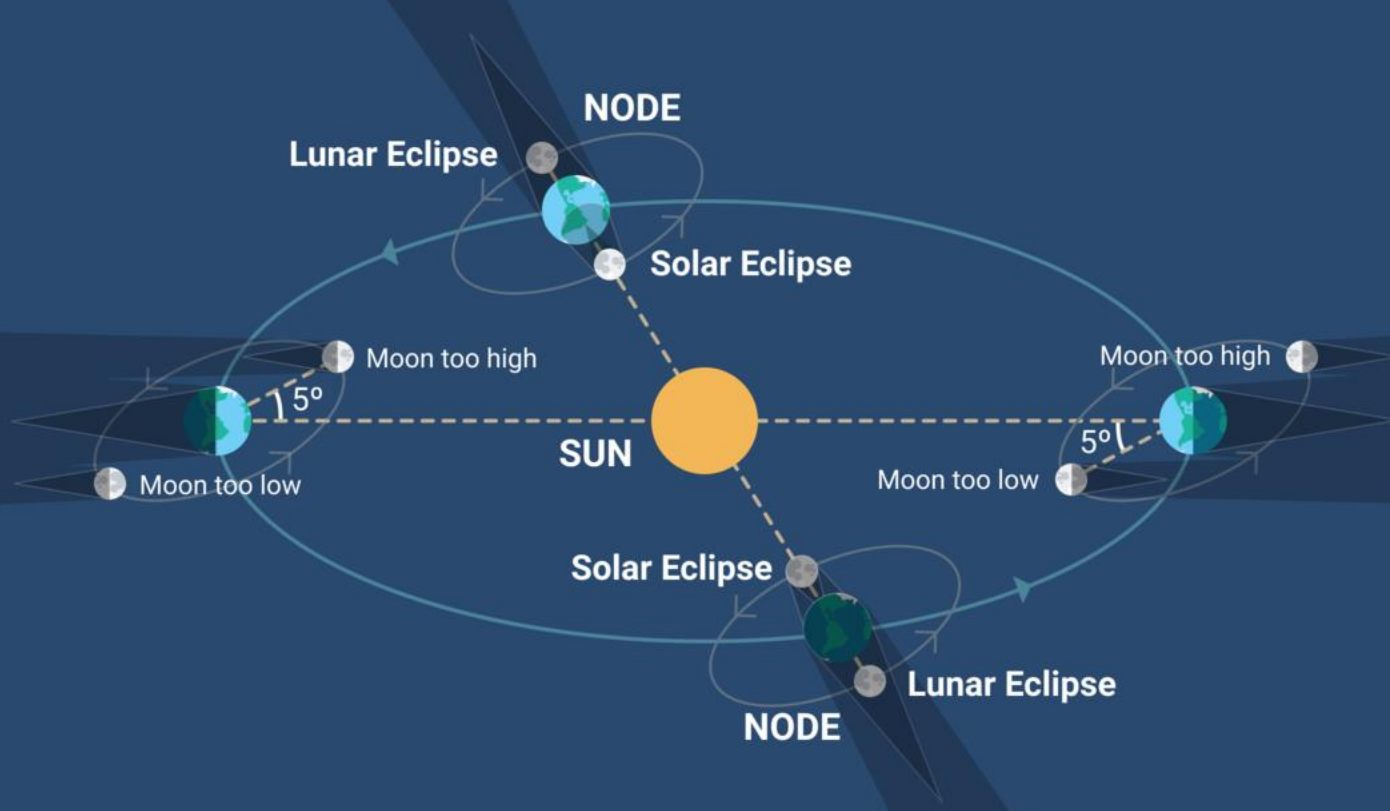


Månens orientering på den sørlige halvkule

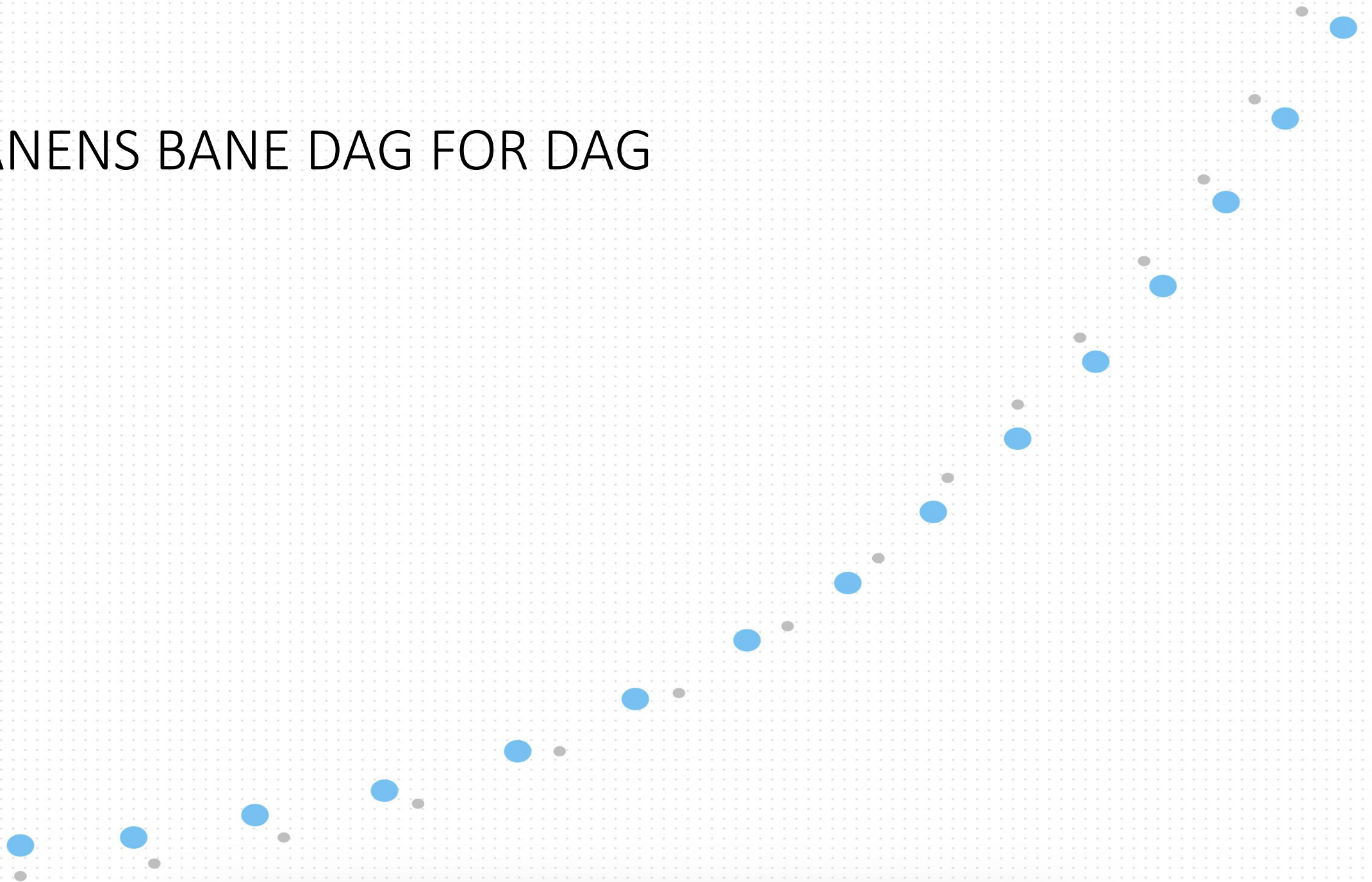


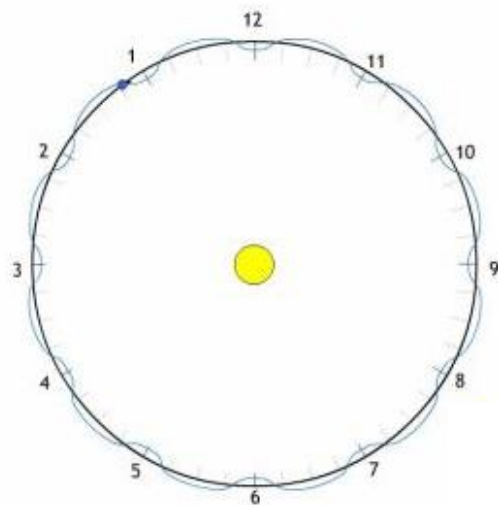


# KAN MÅNEN GÅ RETROGRAD?



# MÅNENS BANE DAG FOR DAG

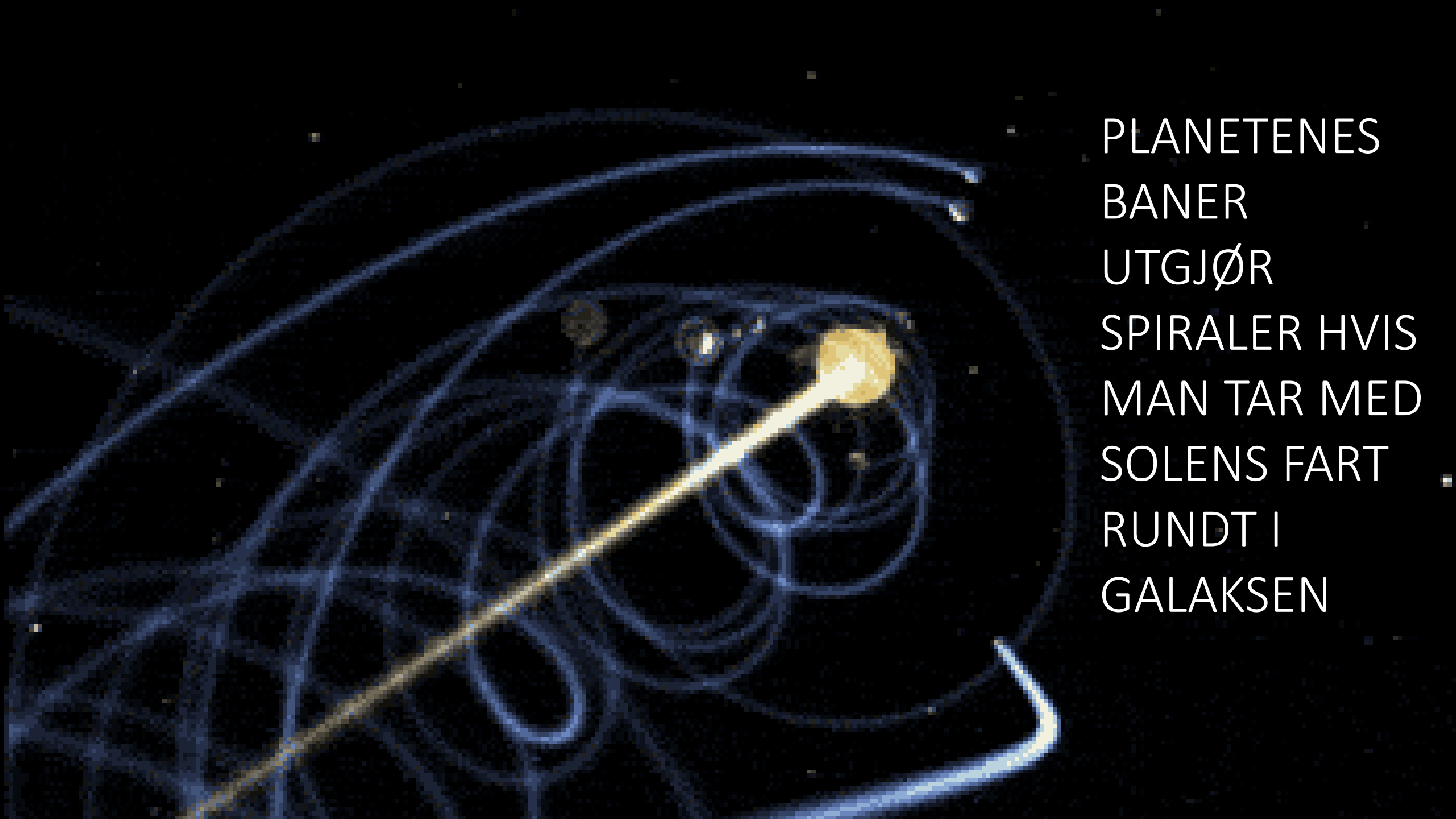




## MÅNENS VIRKELIGE BANE RUNDT SOLEN

- Månen går bare rundt Jorden sett fra Jorden. I virkeligheten deler den bane med Jorden, men veksler mellom å gå lengre inne og lengre ute.
- Månen er alt for tung og går for fort til å skifte retning og gå retrograd (baklengs) i banen.
- Jorden (og Månen) går rundt Solen i 108000 km/t (2,59 millioner km/døgn)





PLANETENES  
BANER  
UTGJØR  
SPIRALER HVIS  
MAN TAR MED  
SOLENS FART  
RUNDT I  
GALAKSEN

# DET VAR ALT JEG HADDE OM MÅNEN

**TAKK FOR MEG**

