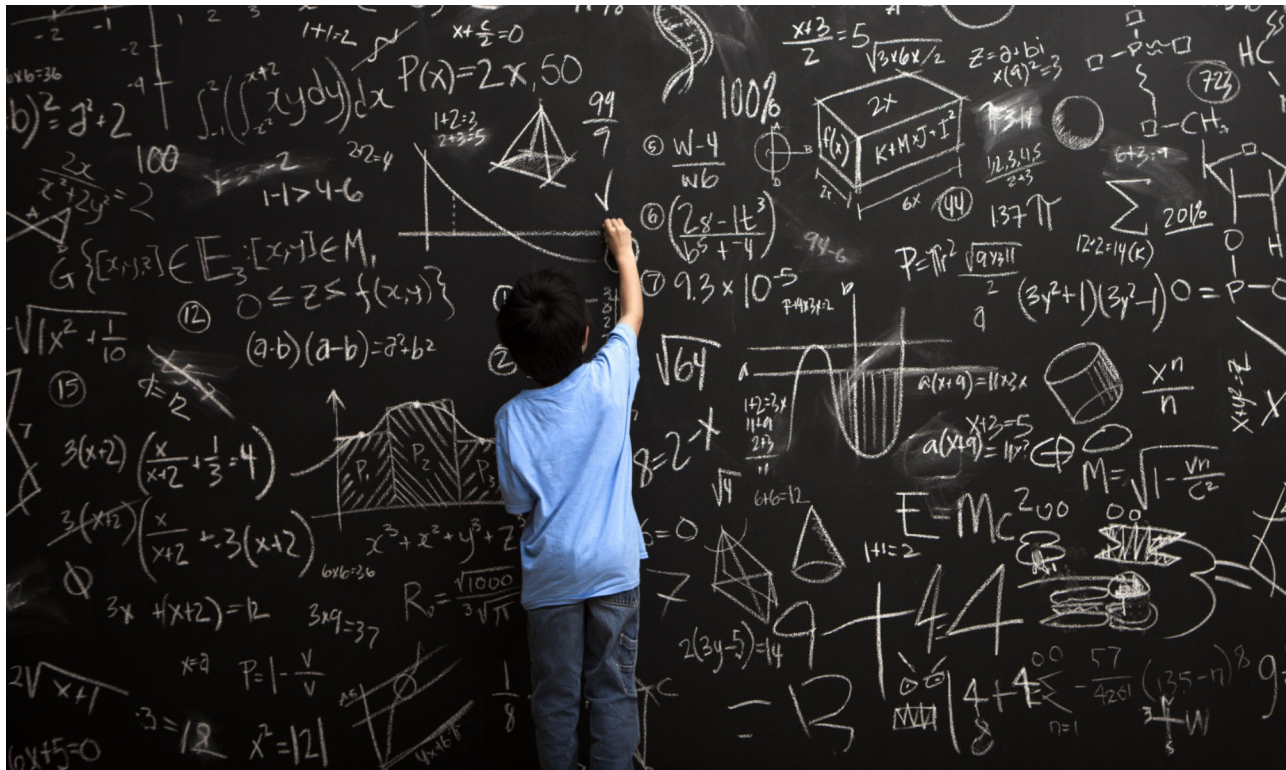


Formelsamling i astronomi



Figur 1: Kilde: <http://rock-cafe.info/suggest/complicated-math-terms-636f6d706c696361746564.html>

Af Michael Andrew Dolan Møller

Juni 2019

Sammenhæng mellem forskellige tidsenheder

Jordens sideriske omløbstid:	$T_J = T_{\oplus} = 365,256361$ middelsoldøgn
Siderisk måned	$T_{\text{D}} = 27,321661$ middelsoldøgn
Sammenhæng mellem en ydre planets synodiske- og sideriske omløbstid og Jordens sideriske omløbstid:	$\frac{1}{T_{\text{syn}}} = \frac{1}{T_J} - \frac{1}{T_{\text{sid}}}$
Sammenhæng mellem en indre planets synodiske- og sideriske omløbstid og Jordens sideriske omløbstid:	$\frac{1}{T_{\text{syn}}} = \frac{1}{T_{\text{sid}}} - \frac{1}{T_J}$
Sammenhæng mellem siderisk tid, θ , rektascension, α , og timevinkel, t :	$\theta = \alpha + t$

Keplers love

Keplers 1. lov:	Planeterne bevæger sig i ellipsebaner omkring Solen, som er i det ene brændpunkt.
Keplers 2. lov:	Forbindelseslinien mellem en planet og Solen vil i lige store tidsrum overstryge lige store arealer. Dvs produktet af aphelionafstanden og aphelionfarten er det samme som perihelionafstanden ganget med perihelion-farten: $v_p \cdot r_p = v_a \cdot r_a$
Keplers 3. lov:	Forholdet mellem kubus på den halve storakse, a , og kvadratet på omløbstiden er (næsten) konstant: $\frac{a^3}{T^2} = \frac{G \cdot (M_{\text{sol}} + m_{\text{planet}})}{4 \cdot \pi^2}$ Hvis $[a] = \text{AU}$ og $[T] = \text{yr}$ og stjernens masse er M , så kan loven skrives som:

	$\frac{a^3}{T^2} = \frac{(M+m)}{M_{Sol}} \frac{AU^3}{T^2}.$
--	---

Planetbaner

Farten, $v_c(r)$, i en cirkelbevægelse omkring et legeme med massen M :	$v_c = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$
Undvigeshastighed som funktion af afstanden, r , fra et legeme med massen M :	$v_{esc} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}}$
Newtons gravitationslov for gravitationskraften mellem to legemer med masserne m og M , hvor afstanden mellem tyngdepunkterne er r :	$F_G = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$
Tyngdeaccelerationen, g , ved overfladen på en klode, som har massen, M , og radius, R .	$g = \frac{G \cdot M}{R^2}$
Hastighed, $v(t)$, ved konstant acceleration, a , som funktion af tiden, t og med starthastighed v_0 :	$v = a \cdot t + v_0.$
Stedkoordinat, $s(t)$, ved konstant acceleration, a , som funktion af starthastighed, v_0 , og tiden t .	$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0.$
Mekanisk energi af et system med masserne m og M og hastighederne v og V :	$E_{mek} = E_{kin1} + E_{kin2} + E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$
Virialsætningen. Husk den gælder for den samlede energi af et system. De enkelte partikler i systemet kan godt have forskellige energier:	$2 \cdot E_{kin} + E_{pot} = 0 \text{ eller } \Delta E_{kin} = -\frac{1}{2} \cdot \Delta E_{pot}$

<p>Massen af en exoplanet. v_{rad}^{max} er stjernens maksimale radialhastighed, i er inklinationen af planetbanen og T er planetens rotationstid. Husk at alle tal i tælleren skal indsættes i SI-enheder:</p>	$m = \frac{v_{rad}^{max} \cdot T \cdot M_{stjerne}}{2 \cdot \pi \cdot \sin(i) \cdot \left(\frac{M_{stjerne}}{M_{Sol}} \cdot \left(\frac{T}{yr} \right)^2 \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 1,496 \cdot 10^{11} m}$
--	--

Ellipser

<p>Eccentricitet, e, for en ellipsebane med den halve storakse, a, og halve lilleakse, b:</p>	$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$
<p>Pericenterafstanden, r_p, i en ellipsebevægelse:</p>	$r_p = a \cdot (1 - e)$
<p>Apocenterafstanden, r_a, i en ellipsebevægelse:</p>	$r_a = a \cdot (1 + e)$
<p>Farten, $v(r)$, i en ellipsebevægelse, hvor centrallegemet har massen M og banens halve storakse er a:</p>	$v = \sqrt{G \cdot M \cdot \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$

Kikkerter og CCD-detektorer

<p>Kikkertforstørrelse, m, hvis kikkertens brændvidde er d_k og okularets brændvidde er d_o:</p>	$m = \frac{d_k}{d_o}$
<p>f-tallet (blændetallet) for en kikkert, hvis hovedspejlsdiameter er D og brændvidde er d_k:</p>	$f = \frac{d_k}{D}$
<p>Faktiske synsfelt, v, gennem et okular, hvis forstørrelsen er m og v_{teo} er okularets teoretiske synsfelt:</p>	$v = \frac{v_{teo}}{m}$
<p>Teoretisk opløsningsevne, θ, hvor λ er lysets bølgelængde, og D er hovedspejlsdiameteren:</p>	$\theta = 1,22 \text{ rad} \cdot \frac{\lambda}{D} = 2,52 \cdot 10^5 \text{ ''} \cdot \frac{\lambda}{D}$

Vinkel, ϕ , (i radianer) på himmelen en ccd-detektor monteret på en kikkert med brændvidden, d_k , med pixelstørrelse px og antal pixler N , kan se:	$\phi = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{px \cdot N}{2 \cdot d_k} \right)$
---	--

Atmosfærepåvirkninger

Luftmasse, Λ , som lyset skal gennemtrænge i vores atmosfære, som funktion af zenitdistancen.	$\Lambda = \frac{1}{\cos(z)}$
Luminositet, $l(\Lambda)$, ved jordoverfladen, og luminositet, l_0 , uden for jordens atmosfære for konstant sandsynlighed, p , for at en foton absorberes pr. vejlængde $d\Lambda$:	$l = l_0 \cdot e^{-p \cdot \Lambda}$
Størrelsesklassen, m , ved jordoverfladen, og størrelsesklasse, m_0 , uden for jordens atmosfære, hvor k er eksinktionskoefficienten:	$m_0 = m - k \cdot \Lambda$

Stjerner

Afstand, d , mellem Solen og en stjerne, hvis parallaksen er p , målt i buesekunder:	$d = \frac{1}{p(\prime')} \text{ pc}$
Sammenhæng mellem størrelsesklasser, m_i , og luminositeter, l_i :	$m_2 - m_1 = -2,5 \cdot \log \left(\frac{l_2}{l_1} \right)$
Afstanskvadratloven som giver den tilsyneladende luminositet, $l(d)$ som funktion af afstanden, d . L er den absolutte luminositet:	$l = \frac{L}{4 \cdot \pi \cdot d^2}$
Afstandsmodul, $m-M$. (Uden absorption.) d er afstanden til stjernen. M og m er hhv. absolut- og tilsyneladende størrelsesklasse.	$m - M = 5 \cdot \log(d) - 5$

Interstellar absorption, A_V , i V-båndet, som funktion af farveexcessen E_{B-V} .	$A_V = 3,1 \cdot E_{B-V}$
Afstandsmodul, $V-M_V$. (Med absorption.) d er afstanden til stjernen. M og m er hhv. absolut- og tilsyneladende størrelsesklasse og A_V er den interstellare absorption:	$V - M_V = 5 \cdot \log(d) - 5 + A_V$
Grundstofmasseprocenterne i en stjerne. X er masseprocenten for H, Y er masseprocenten for He og Z er masseprocenten for metaller.	$X + Y + Z = 1$
Stefan-Boltzmanns lov. R er stjernens radius, T er dens effektive temperatur og L er den absolutte luminositet:	$L = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \sigma \cdot T^4$
Alternativ version af Stefan-Boltzmanns lov:	$\frac{L}{L_{Sol}} = \left(\frac{R}{R_{Sol}}\right)^2 \cdot \left(\frac{T}{T_{Sol}}\right)^4$
Absolut størrelsesklasse, M , og absolut luminositet, L .	$M_A - M_B = 2,5 \cdot \log\left(\frac{L_B}{L_A}\right)$
Sammenhæng mellem to stjerners radier, R_i , temperaturer, T_i , og absolutte størrelsesklasser, M_i :	$M_A - M_B = 5 \cdot \log\left(\frac{R_B}{R_A}\right) + 10 \cdot \log\left(\frac{T_B}{T_A}\right)$
Temperaturoverslag, T , af en stjernes indre, hvor R er stjernens radius, M er dens masse og μ er middelmolekylemassen:	$T \approx \frac{\mu \cdot m_u \cdot G \cdot M}{k \cdot R}$
Wiens forskydningslov for et absolut sort legeme med temperaturen, T :	$\lambda_{max} \cdot T = 0,0029 \text{ K} \cdot \text{m}$
Einsteins relation mellem masse, m , og energi, E :	$E = m \cdot c^2$
Udnyttet kerneenergi, Q , ved en kernereaktion:	$Q = (m_{\text{før}} - m_{\text{efter}}) \cdot c^2$
Spektralklasserne:	O, B, A, F, G, K, M

Middelmolekylvægten, μ for en gas:	$\mu = 2 \cdot X + 0,75 \cdot Y + 0,75 \cdot Z$
Cepheidestjernes absolutte middelstørrelsesklasse, $\langle M_V \rangle$, som funktion af perioden, P , målt i dage.	$\langle M_V \rangle = -2,78 \cdot \log(P) - 1,35$
W Virginesstjernes absolutte middelstørrelsesklasse, $\langle M_V \rangle$, som funktion af perioden, P , målt i dage.	$\langle M_V \rangle = -2,78 \cdot \log(P) + 0,1$
Schwarzschildradius, R_{sch} , som funktion af det sorte hul's masse:	$R_{sch} = \frac{2 \cdot G \cdot M}{c^2}$
Rødforskydning af lys fra lysgiver, der bevæger sig enten pga. dopplereffekten eller pga. kosmologisk udvidelse:	$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$

Galakser & Kosmologi

Jeansmassen, M_J , af en gassky. T er gassens temperatur, n er antalstæthed målt i cm^{-3} og M_{Sol} er Solens masse:	$M_J = 100 \cdot T^{1,5} \cdot n^{-\frac{1}{2}} \cdot M_{Sol}$
Ellipticiteten, E_n af en ellipsegalakse, som har lilleaksen, b , og storaksen, a :	E_n , hvor $n = 10 \cdot \left(1 - \frac{b}{a}\right)$
Hubble-Lemaître-relationen, hvor v_r er galaksens radialhastighed og d er afstanden til galaksen:	$v_r = H_0 \cdot d$
Skalafaktoren, $R(t)$, som funktion af tiden:	$r(t) = R(t) \cdot r(t_0)$
Skalafaktor som funktion af rødforskydningen:	$R(t) = \frac{1}{1+z}$
Kritisk massefylde for stof:	$\rho_c = \frac{3 \cdot H_0^2}{8 \cdot \pi \cdot G}$
Kritisk energitæthed for mørk energi.	$\rho_{vak} = \frac{\Lambda}{3 \cdot H_0^2}$

Tæthedsparemeteren:	$\Omega = \frac{\rho_{stof}}{\rho_c} + \frac{\rho_{mørkenergi}}{\rho_c} = \Omega_0 + \Omega_\Lambda$
Skalafaktoren for et fladt univers, med kritisk densitet $\Omega = 1$. [f] = Gyr.	$R(t) = a \cdot (e^{b \cdot t} - e^{-b \cdot t})^{\frac{2}{3}}$, hvor $a = \sqrt[3]{\frac{\Omega_0}{4 \cdot \Omega_\Lambda}} = 0,4809$ og $b = \frac{3}{2} \cdot H_0 \cdot \sqrt{\Omega_\Lambda} = 0,08639$

Forskellige konstanter og talmål:

Vinkelenheder for rektascension, RA, eller α :	$1^h = 15^\circ$, $1^m = 15'$, $1^s = 15''$
Vinkelenheder for deklination, δ :	$1^\circ = 60' = 3600''$, dvs. $1' = 1/60^\circ$ og $1'' = 1/3600^\circ$
Jordens ækvator-(pol-) radius, R_\oplus :	6378,16 km/6356,78 km.
Jordens masse, M_\oplus :	$5,976 \cdot 10^{24}$ kg.
Solens radius, R_\odot :	$6,96 \cdot 10^8$ m
Solens masse, M_\odot :	$1,989 \cdot 10^{30}$ kg
Solens luminositet, L_\odot :	$3,826 \cdot 10^{26}$ W
Solens tilsyndeladende størrelsesklasse, m:	-26,82
Solens absolutte størrelsesklasse, M:	4,75
Månens radius, R_D :	1738 km
Månens masse, M_D :	$7,348 \cdot 10^{22}$ kg
Månens middelfstand fra Jorden:	384399 km
1 astronomisk enhed, AU:	$1 AU = 149,6 \cdot 10^6$ km
1 parsec, pc:	$1 pc = 206265 AU$
1 lysår, Ly:	$1 Ly = 9,461 \cdot 10^{15}$ m = 1/3,26 pc
Lysets hastighed:	$c = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s
Coulombs konstant:	$k_C = 8,99 \cdot 10^9$ N·m ² /C ²
Boltzmanns konstant:	$k = 1,381 \cdot 10^{-23}$ J/K
Gaskonstanten	$R = 8,31$ J/(Kmol)
Hubbleparameteren:	$H_0 = 67,74 \pm 0,46$ km/(s·Mpc). $H_0 = 0,06928$ Gyr ⁻¹ . (Planck 2015.)
Densitetsparameter for mørk energi:	$\Omega_\Lambda = 0,6911 \pm 0,0062$. (Planck 2015.)
Densitetsparameter for stof:	$\Omega_0 = 0,3075 \pm 0,0000249$. (Planck 2015.)

Gravitationskonstanten:	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
Plancks konstant:	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Stefan-Boltzmanns konstant:	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} / (\text{K}^4 \cdot \text{m}^2)$
Atommasseenheden:	$1 m_u = 1,660571 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$
Jordens sideriske omløbstid:	$T_J = 365,256361 \text{ middelsoldøgn}$
Siderisk måned	$T_D = 27,321661 \text{ middelsoldøgn}$