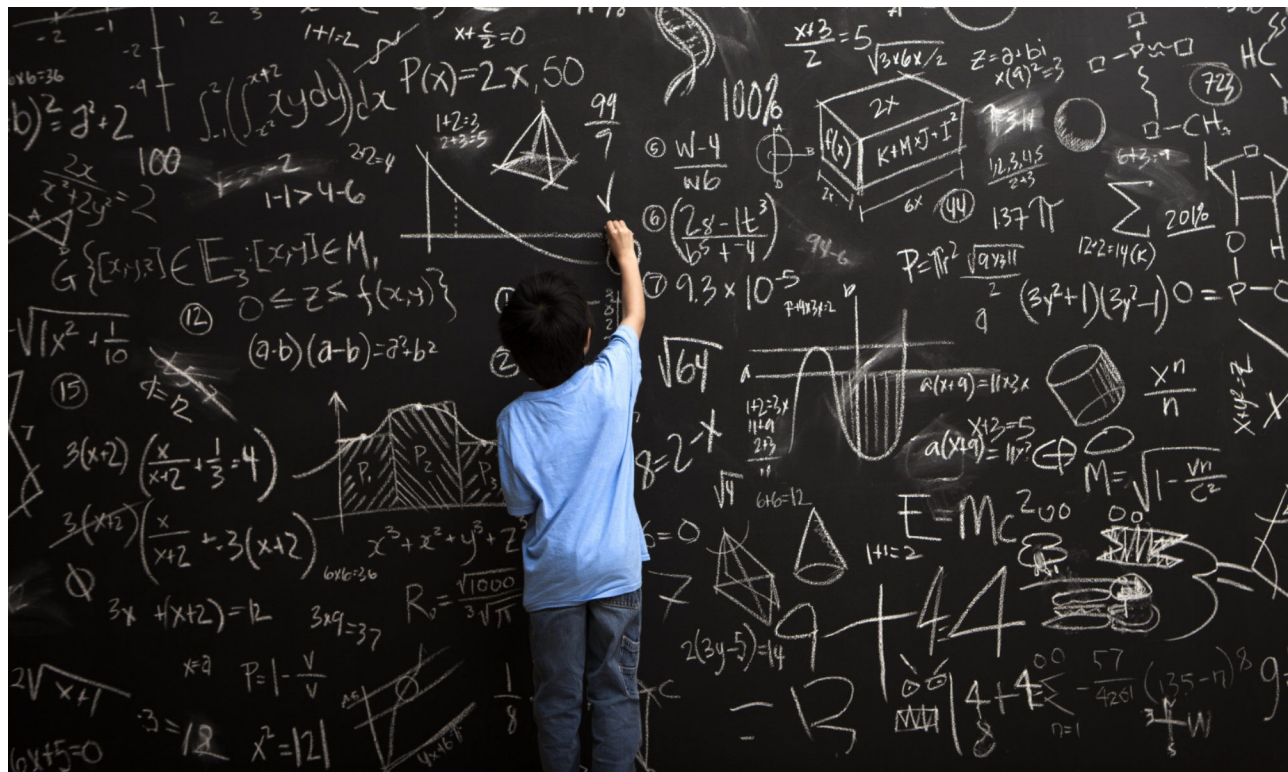


Formelsamling i astronomi



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

Af Michael Andrew Dolan Møller

Jan 2022

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: $\frac{(a/\text{AU})^3}{(T/\text{yr})^2} = \frac{(M+m)}{M_{\text{Sol}}}$ |

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: | $2 \cdot E_{kin} + E_{pot} = 0 \text{ eller } \Delta E_{kin} = -\frac{1}{2} \cdot \Delta E_{pot}$ |
| 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: | $m = \frac{v_{rad}^{max} \cdot T \cdot M_{stjerne}}{2 \cdot \pi \cdot \sin(i) \cdot \left(\frac{M_{stjerne}}{M_{Sol}} \cdot \left(\frac{T}{yr}\right)^2\right)^{\frac{1}{3}} \cdot 1,496 \cdot 10^{11} m}$ |

Ellipser

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

Kikkerter og CCD-detektorer

| | |
|---|--|
| Kikkertforstørrelse, m , hvis kikkertens brændvidde er d_k og okularets brændvidde er d_o : | $m = \frac{d_k}{d_o}$ |
| f -tallet (blændetallet) for en kikkert, hvis hovedspejlsdiameter er D og brændvidde er d_k : | $f = \frac{d_k}{D}$ |
| Faktiske synsfelt, v , gennem et okular, hvis forstørrelsen er m og v_{teo} er okularets teoretiske synsfelt: | $v = \frac{v_{teo}}{m}$ |
| Teoretisk opløsningsevne, θ , hvor λ er lysets bølgelængde, og D er hovedspejlsdiameteren: | $\theta = 1,22 \text{ rad} \cdot \frac{\lambda}{D} = 2,52 \cdot 10^5 \text{ ''} \cdot \frac{\lambda}{D}$ |
| 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: | $m_0 = m - k \cdot \Delta$ |
|---|----------------------------|

Stjerner

| | |
|--|--|
| Afstand, d , mellem Solen og en stjerne, hvis parallaksen er p , målt i buesekunder: | $d = \frac{1}{p(")} \text{ pc}$ |
| Sammenhæng mellem størrelsesklasser, m_i , og luminositeter, l_i : | $m_2 - m_1 = -2,5 \cdot \log\left(\frac{l_2}{l_1}\right)$ |
| Afstandskvadratloven 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 |
| Middelmolekylevægten, 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 Virginestjernes 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 huls masse: | $R_{\text{sch}} = \frac{2 \cdot G \cdot M}{c^2}$ |
| Rødforskydning af lys fra lysgiver, der bevæger sig enten pga. dopplereffekten eller pga. kosmologisk udvidelse: | $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$ |
| Galakses radialhastighed for små rødforskydninger. | $v = z \cdot c$ for $z < 0,1$. |

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: | $M_J = 100 \cdot T^{1,5} \cdot n^{-\frac{1}{2}} \cdot M_{\text{Sol}}$ |
| Ellipticiteten, E_n af en ellipsegalakse, som har lilleaksen, b , og storaksen, a : | $E_n, \text{ hvor } n = 10 \cdot \left(1 - \frac{b}{a}\right)$ |
| 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: | $\Omega = \frac{\rho_{stof}}{\rho_c} + \frac{\rho_{mørk\ energi}}{\rho_c} = \Omega_0 + \Omega_\Lambda$ |
| Skalafaktoren for et fladt univers, med kritisk densitet $\Omega = 1$. [t] = 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_J : | 1738 km |
| Månens masse, M_J : | $7,348 \cdot 10^{22}$ 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: | $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m ² /kg ² |
| Plancks konstant: | $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s |
| Stefan-Boltzmanns konstant: | $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(K ⁴ ·m ²) |

| | |
|------------------------------|--|
| Atommasseenheden: | $1 m_u = 1,660571 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$ |
| Jordens sideriske omløbstid: | $T_J = 365,256361 \text{ middelsoldøgn}$ |
| Siderisk måned | $T_{\text{D}} = 27,321661 \text{ middelsoldøgn}$ |