

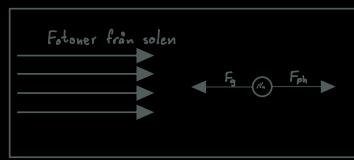
1) Antag en natrum-atom i grundtillståndet på 1 au avstånd ifrån solen. Hur stor är gravitationskraften ifrån solen? Hur stor är kraften från solens fotoner som interagerar med atomen? De två krafterna pekar åt motsatt hål. Vad är kvoten mellan deras storlekar? Vad är motsvarande kvot på 0.1 au eller 10 au?

För att lösa uppgiften behöver du reda på data om solen och natrumatomer (deras massa, hur många fotoner som solen strålar ut i väglängder relevanta för natrum, övergångssannolikheter för energiövergångar i en natrumatom) samt ett uttryck för hur mycket moment per tidsenhet som överförs från fotoner till atomen. I boken du fick läsa så finns det ett avsnitt om strålningstryck på stoff, det här är nästan samma sak förutom att atomer bara känner av fotoner av specifika väglängder, som motsvarar atomens energiövergångar.

Jag valde natrum för att den har några få dominerande övergångar, så att du inte behöver räkna på hundratals svaga linjer. Senare kommer vi förstås gå in på andra ämnen mer relevanta för atmosfärer, men principen är densamma.

Jag hittar på lite motsvarande uppgifter allteftersom du löser dem, så sätter vi den officiella starten till höstterminens start. Du ska också få några artiklar att titta på senare.

Mvh Alexis



Element: Na

$$d = 1 \text{ AU} = 10 \cdot 1.496 \cdot 10^9 = 1.496 \cdot 10^{10} \text{ m}$$

$$r_{Na} = 2.27 \text{ Å} \quad (\text{lcke bunden}) = 2.27 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$M_{Na} = 22.990 \text{ u} = 22.990 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3.8176 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$r_0 = 696.34 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$m_0 = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg} \cdot \text{s}^2$$

### Gravitationskraften

$$F = G \frac{m_{Na} m_0}{d^2} = 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{(3.8176 \cdot 10^{-26})(1.989 \cdot 10^{30})}{(1.496 \cdot 10^{10})^2} = 2.26 \cdot 10^{-24} \text{ N}$$

$$F_{\text{grau}} = 2.26 \cdot 10^{-24} \text{ N}$$

$$F_{\text{grau}} = 2.26 \cdot 10^{-24} \text{ N}$$

### Strålningstrycket

Na har 2 dominanta övergångar Na D doublet resten är < 0.1 I\_A.

$$\lambda_1 = 588.9560 \text{ nm} \quad \Delta \lambda = 0.6374 \text{ nm} \quad \Rightarrow$$

$$\lambda_2 = 589.5924 \text{ nm}$$

Spectral irradiance art  $\approx$  Fraunhofer lines från NASA

$$I_{589 \text{ nm}} = 1.776 \text{ W/m}^2 \text{ nm} \quad @ 1 \text{ AU}$$

$$I_{589 \text{ nm}} = 177.6 \text{ W/m}^2 \text{ nm} \quad @ 0.1 \text{ AU} \quad (\text{Scales as } 1/r^2)$$

$$I_{589 \text{ nm}} = 0.01776 \text{ W/m}^2 \text{ nm} \quad @ 10 \text{ AU}$$

### Photon pressure

$$F_{\text{rad}} = \frac{\sigma \cdot I_{\lambda, d}}{c} \quad \sigma_0 = \frac{3\lambda^2}{2\pi} = \frac{3(589 \cdot 10^{-9})}{2\pi} = 1.656 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$$

$$F_{\text{rad}, 1 \text{ AU}} = \frac{1.656 \cdot 10^{-15} \cdot 1.776}{2.996 \cdot 10^8} = 9.81 \cdot 10^{-22} \text{ N/nm}$$

$$F_{\text{rad}, 0.1 \text{ AU}} = 9.81 \cdot 10^{-20} \text{ N/nm}$$

$$F_{\text{rad}, 10 \text{ AU}} = 9.81 \cdot 10^{-24} \text{ N/nm}$$

$$\frac{F_{\text{rad}, 0.1 \text{ AU}}}{F_{\text{rad}, 0.1 \text{ AU}}} = \frac{9.26 \cdot 10^{-16}}{9.81 \cdot 10^{-20}} = \frac{F_{\text{rad}, 1 \text{ AU}}}{F_{\text{rad}, 1 \text{ AU}}} = \frac{9.26 \cdot 10^{-16}}{9.81 \cdot 10^{-22}} = \frac{F_{\text{rad}, 10 \text{ AU}}}{F_{\text{rad}, 10 \text{ AU}}} = \frac{9.26 \cdot 10^{-20}}{9.81 \cdot 10^{-24}} = 2.0 \cdot 10^{-7} \quad (\text{per nm bandwidth}) = 2.0 \cdot 10^{-12}$$

$$\text{Doppler width} \quad \text{FWHM } \Delta v = \frac{A_{21}}{2\pi} = \frac{6.14 \cdot 10^7}{2\pi} = 9.77 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$\Delta \lambda_0 = \lambda^2 \frac{\Delta v}{c} = (589 \cdot 10^{-9})^2 \frac{9.77 \cdot 10^6}{2.996 \cdot 10^8} = 1.13 \cdot 10^{-14} \text{ m} = 1.13 \cdot 10^{-5} \text{ nm}$$

comes from the spectral irradiance units