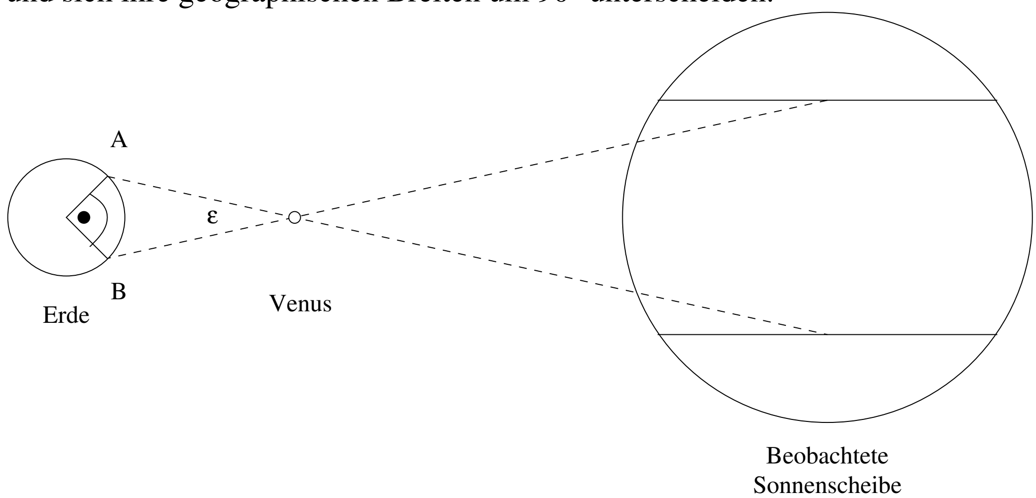
Einführung in die Astronomie I
Wintersemester 2008/2009
Übungsaufgaben 2
J. Wilms/M. Kadler
11. November 2008

Frage 1: *Bestimmung der Astronomischen Einheit anhand von Venusdurchgängen*

Für die Bestimmung der Astronomischen Einheit spielte ab dem 19. Jahrhundert die Beobachtung der Venusdurchgänge eine bedeutende Rolle. Dabei wandert für einen Beobachter auf der Erde die Venus über die Sonnenscheibe. Die Methode wurde erstmals von Edmund Halley vorgeschlagen. Die Expeditionen zur Beobachtung der Venustransits 1874 und 1882 wurden zu einem "Großforschungsprojekt". Ausführliche Information findet sich in Sterne und Weltraum (2004, 6, 22–42), siehe auch `http://eclipse.astronomie.info/transit/venus`.

a) Bestimme aus der Umlaufzeit der Venus um die Sonne den Abstand Erde — Venus bei einer unteren Konjunktion in Vielfachen der Astronomischen Einheit (bei einer unteren Konjunktion steht die Venus zwischen der Erde und der Sonne).

b) Zur Bestimmung der Astronomischen Einheit betrachten wir ein stark vereinfachtes Modell. Man beobachtet den Venusdurchgang an verschiedenen Orten A und B auf der Erde, von denen aus die Venus auf der Sonnenscheibe verschiedene Strecken durchläuft. Die Orte A und B sollen so gewählt sein, daß sie symmetrisch zur Verbindungslinie Erde – Venus auf demselben Längengrad liegen und sich ihre geographischen Breiten um 90° unterscheiden.



Zeige, daß der geradlinige Abstand zwischen A und B 9006 km beträgt. Berechne nun mit Hilfe des Ergebnisses von Teilaufgabe a) die Astronomische Einheit in Kilometern, wenn der Winkel $\epsilon = 45''$ beträgt.

c) Die genaueste Methode zur Bestimmung der Astronomischen Einheit ist die Laufzeitmessung von Radarsignalen. Ein an der Venus in unterer Konjunktion reflektiertes Signal wird 4 min 37 s nach der Aussendung wieder empfangen. Berechne daraus die Astronomische Einheit.

d) Das menschliche Auge kann unter günstigen Umständen noch ein Objekt erkennen, das unter einem Winkel von $2'$ erscheint. Kann die Venus auf der Sonnenscheibe mit bloßem (aber hinreichend geschütztem!) Auge wahrgenommen werden?

Frage 2: *Planetary Atmospheres*

As shown in the lectures, the pressure distribution as a function of height is given by

$$P(h) = P_0 \exp(-h/H) \quad \text{with the scale height} \quad H = \frac{kT}{mg}$$

where T is the temperature, g the surface acceleration, and m the average mass of the molecules making up the atmosphere.

Mars' atmosphere consists mainly of CO_2 with a mean molecular mass of $m = 40 m_\mathrm{p}$ where the proton mass is $m_\mathrm{p} = 1.67 \times 10^{-27}$ kg. Determine the ratio of the atmospheric pressures at the basis and at the top of its highest mountain, the extinct volcano Olympus Mons, ($h = 25$ km). Compare this ratio with the ratio of atmospheric pressures on top of Mt. Everest ($h = 8.8$ km) and at mean sea level (assume $H = 8.7$ km).

N.B. You will have to calculate Mars surface acceleration first. In order to do so note that the gravitational force outside of a spherical mass distribution with total mass M equals that of a point masss M at the centre of the spherical mass. Furthermore, ignore the variation of g with height, the rotation of the planet, and assume the atmosphere is isothermal (i.e., the temperature does not change with height). Appropriate data for Mars are a surface temperature $T = -73$°C, a mass $M_{♂} = 0.1 M_{♁}$ and a planetary radius of $r_{♂} = 0.533 r_{♁}$, for Earth the appropriate values are $M_{♁} = 6 \times 10^{24}$ kg and $r_{♁} = 6378$ km. The gravitational constant is $G = 6.67 \times 10^{-11}\,\mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}}$, Boltzmann's constant is $k = 1.38 \times 10^{-23}\,\mathrm{J\,K^{-1}}$.