

Übungen zur Vorlesung "Physik des Universums"

Wintersemester 2016/17

Übungsblatt Nr. 1

Ausgabe: 24.10.2016

Besprechung: 31.10.2016

Aufgabe 1: Winkel

Berechnen Sie den Winkel,

- a) den die Sonne von der Erde aus gesehen einnimmt.
- b) den minimalen und maximalen Winkel, den Mars von der Erde aus gesehen einnimmt. (Hinweis: nehmen Sie vereinfachend einen kreisförmigen Orbit mit Radius 1.52 AE für die Marsbahn an).
- c) den Winkel, den der Stern Proxima Centauri von der Erde aus gesehen einnimmt. (Hinweis: Der Radius von Proxima Centauri beträgt $0.145 R_{\odot}$, die Entfernung beträgt 1.3 pc).
- d) den Winkel, den ein erd-großer Planet von Proxima Centauri von der Erde aus gesehen einnimmt.

Aufgabe 2: Raumwinkel

Berechnen Sie den Raumwinkel (in der Einheit sr),

- a) den die Sonne von der Erde aus gesehen einnimmt.
- b) den die Erde von der Sonne aus gesehen einnimmt.
- c) den Jupiter von der Sonne aus gesehen einnimmt.

Aufgabe 3: Magnituden

Berechnen Sie, um welchen Faktor sich der auf der Erde ankommende Strahlungsfluss von Sonne ($m_V = -26,7$ mag) und Vollmond ($m_V = -12,5$ mag) unterscheiden.

Aufgabe 4: Messung der Mond-Entfernung mittels Laser

Mit der Methode der sog. "Lunar Laser Ranging" kann die Entfernung zum Mond mit Hilfe eines von der Apollo-Astronauten auf der Mondoberfläche aufgestellten Spiegels extrem genau bestimmt werden. Mit einem Laser wird ein sub-Nanosekunden kurzer Lichtpuls erzeugt, der mit einem Teleskop in Richtung des Spiegels auf dem Mond gerichtet wird. Der Spiegel besteht aus Tripelprismen, welche das ankommende Laserlicht genau in dieselbe Richtung zurückzuwerfen, aus der die Strahlung kommt. Mit dem Teleskop der Basisstation kann dann der reflektierte Strahlungspuls detektiert, und aus der genauen Lichtlaufzeit die Entfernung mit einer Genauigkeit von ca. 3 cm bestimmt werden.

Laserlicht lässt sich zwar im Prinzip über große Entfernungen hinweg sehr eng bündeln, dennoch wird der Strahl durch die Moleküle und Partikel in der Erdatmosphäre aufgeweitet. Beim Austritt aus der Erdatmosphäre hat der Strahl daher eine volle Winkelausdehnung von ca. 5 Bogensekunden.

a) Berechnen Sie, wie groß der entsprechende Durchmesser des Lichtkegels am Mond damit ist.

b) Die effektive Gesamtfläche des Spiegels beträgt 1100 cm^2 . Nehmen Sie an, dass in ein Puls aus 10^{19} Photonen besteht. Wieviele davon treffen gemäß der oben bestimmten Strahl-Aufweitung auf den Spiegel, wenn man noch berücksichtigt, dass 50% der Photonen in der Erdatmosphäre absorbiert oder aus dem Strahl herausgestreut werden?

c) Die Reflektivität des Spiegels beträgt etwa 10%. Das von Spiegel zurückreflektierte Licht wird beim Durchlaufen der Erdatmosphäre nochmals aufgeweitet und auf eine Fläche von ca. 200 km^2 verteilt. Das Teleskop der Basisstation hat einen Durchmesser von 75 cm. Wieviele Photonen aus dem Laserpuls kommen somit beim Teleskop wieder an?

Begründen Sie, warum die Messung nicht mit einem einzigen Laserpuls funktioniert, sondern die Messungen über mehrere Stunden hinweg laufen müssen, bis sich ein deutliches Messergebnis zeigt.