

Kräfte durch Licht

Wintersemester 2013/14

Carsten Henkel

Übungsaufgaben Blatt 1

Ausgabe: 21. Oktober 2013
Diskussion: 04. November 2013

Hinweis. Die Aufgaben sind entstanden beim Nachvollziehen von Argumenten aus der Literatur.

Problem 1.1 – Eine schwarze Sonne (8 points)

(i) Überlegen Sie, dass der Poynting-Vektor des Sonnenlichts ein von der Sonne weg zeigendes Vektorfeld mit der Eigenschaft $r^2 S_r(r) = \text{const.}$ ist. (r : Abstand Beobachtungspunkt vom Zentrum der Sonne.) Dies kann nur gelten für $r > R$ mit $R = ?$

(ii) Überlegen Sie, dass an der Sonnenoberfläche ähnliche Verhältnisse wie bei einem schwarzen Körper herrschen. Damit gilt für die elektromagnetische Energiedichte (was ist β ?)

$$u(R)d\omega = \frac{\hbar\omega^3 d\omega}{\pi c^3 (e^{\beta\omega} - 1)} \quad (1.1)$$

Wenn man den Poynting-Vektor aus den Photonen zusammensetzt, die sich nach 'außen' bewegen, finden Sie:

$$S_r(R) = \frac{c}{4} u(R) \quad (1.2)$$

Berechnen Sie daraus die 'Solarkonstante', d.h. die Intensität (Leistung pro Fläche), die auf die Erdoberfläche auftrifft. Antwort: etwa 1 kW/m^2 .

(iii) In der Vorlesung lernen wir, dass zum Poynting-Vektor S ein Strahlungsdruck $p = S/c$ gehört. Wie groß ist etwa dieser Druck auf der Erdoberfläche? Und die Kraft auf die gesamte Erde? Vergleichen Sie mit der Gravitationskraft zwischen Sonne und Erde.