

Experimentalphysik III, WS 05/06
Übungsblatt 3

- 16.(a) Der nukleare Fusionsreaktor innerhalb der Sonne kann durch $4 \text{ } ^1\text{H} \rightarrow \text{}^4\text{He} + \Delta E$ beschrieben werden. Die Ruheenergie eines Wasserstoffatoms beträgt 938.78MeV , die eines Heliumatoms 3728.4MeV . Wieviel Prozent der ursprünglichen Ruheenergie wurde in Energie anstelle von Masse umgewandelt?
- (b) Die Sonne strahlt eine Leistung von $3.77 \times 10^{26} \text{ W}$ ab. Wieviel Massenenergie wird pro Sekunde umgewandelt? Wievielen Wasserstoffatomen entspricht das und wieviel Prozent der Sonnenmasse sind das?

- 17.a) Die Temperatur an der Sonnenoberfläche beträgt ca. 5200K . Die Sonne kann in guter Näherung als schwarzer Strahler beschrieben werden. Bei welcher Wellenlänge ist die emittierte Lichtintensität am höchsten? Wie beurteilen Sie, daß das menschliche Auge bei 560 nm am empfindlichsten ist?
- b) Im Durchschnitt besitzt die menschliche Haut eine Temperatur von 33°C . Nehmen Sie als Näherung an, daß der menschliche Körper als schwarzer Strahler beschrieben werden kann und berechnen Sie die Wellenlänge, bei der die meiste Energie emittiert wird.

18. *Für Physiker:*

Die Leistungsdichte eines schwarzen Strahlers mit Temperatur T ist gegeben durch ,

$$\int_0^{\infty} I(\lambda, T) d\lambda = \sigma \cdot T^4$$

wobei $I(\lambda, T)$ durch das Plancksche Strahlungsgesetz gegeben wird und σ eine temperaturunabhängige Konstante ist. Dieses Ergebnis ist als Stefan's Gesetz bekannt. Zeigen Sie, dass σ den Wert $5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ besitzt. Berücksichtigen Sie folgende Hinweise:

$$\int_0^{\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15} \quad \sigma = \frac{2 \cdot \pi^5 \cdot k_B^4}{15 \cdot c^2 \cdot h^3}$$

19. Bestimmen Sie die kleinste Wellenlänge, die emittiert werden kann, wenn ein Elektron mit der Metallmaske einer Fernsehröhre kollidiert und vorher mit einer Spannung von 20kV beschleunigt wurde.

20. Ein Photon mit einer Energie von 50keV erfährt Compton-Strreuung an einem quasi-freien Elektron. Berechnen Sie die Wellenlänge, wenn das Photon unter einem Winkel von 45° gestreut wird?

- 21.(a) Ultraviolette Strahlung ($\lambda=220\text{nm}$) trifft auf ein Metall und setzt Elektronen mit Energien zwischen 0 und $61 \times 10^{-20} \text{ J}$ frei. Bestimmen Sie die cut-off Frequenz und die entsprechende Wellenlänge.

Für Physiker:

(b) Schätzen Sie die Zeit ab, die bei der Bestrahlung eines Metalls durch Licht benötigt wird, um ein Elektron aus dem Metall zu lösen. Betrachten Sie hierzu den photoelektrischen Effekt unter Gesetzen der klassischer Physik und nehmen Sie an, dass das Elektron gleichmäßig über ein kugelförmiges Atom verteilt ist, dessen Radius 0.1nm beträgt. Nehmen Sie bitte (für die explizite Berechnung der benötigten Zeit) an, dass die Austrittsarbeit des Elektrons (aus dem Metall) 1eV beträgt und dass für die Bestrahlung einerseits ein He-Ne Laser (Intensität 10W/m^2) und andererseits eine schwache Lichtquelle (Intensität $1\mu\text{W/m}^2$) zum Einsatz kommt.

22. Für Physiker:

(a) Ein Teilchen mit der elektrischen Ladung q bewegt sich in einem konstanten elektrischen Feld E . Zeigen Sie, daß die Beschleunigung des Teilchens durch

$$a = \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{q \cdot E}{m} \cdot \left[1 - \frac{u^2}{c^2} \right]^{\frac{3}{2}}$$

gegeben ist, wobei u seine Geschwindigkeit sein soll.

(b) Wie ändert sich die Beschleunigung als Funktion der Geschwindigkeit?

(c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit u und den Ort x in Abhängigkeit von der Zeit (Anfangsbedingung $u=0$ für $t=0$).

23. Für Physiker:

Ein klassisches Beispiel der speziellen Relativitätstheorie ist das „Stab in der Halle“ Paradox. Stellen Sie sich einen Läufer vor, der mit einer Geschwindigkeit von $0.75c$ läuft und einen Stab der Länge 15m besitzt, den er parallel zur Erdoberfläche trägt und dessen Symmetrieachse in Laufrichtung zeigt. Er läuft in eine Halle, die 10m lang ist und eine Eingangs- und eine Ausgangstür hat. Ein ruhender Beobachter kann mittels Fernbedienung beide Türen gleichzeitig öffnen und schließen. Wenn der Läufer in der Halle ist, schließt der Beobachter die Türen für einen Augenblick, so dass der Läufer mit seinem Stab momentan gefangen ist und öffnet sie danach wieder. Dann verläßt der Läufer die Halle durch die Ausgangstür. Funktioniert dieses Beispiel im Bezugssystem des Läufers (d.h. kann er wirklich eingesperrt werden)? Wie stellt sich die Situation im Bezugssystem des Beobachters dar?