

Experimentalphysik III Prof. M. Bargheer	Übungen: Wouter Koopman, Marc Herzog, Matthias Rössle	WS 2016/17 Zum 22.11.16
--	--	-----------------------------------

Aufgabenblatt 5

I) Gelerntes wiedergeben

- a) Was bedeutet diese Formel in einfachen Worten: $dj_\nu = c\rho_\nu \frac{d\Omega}{4\pi}$?
- b) Wie heiß muss ein Objekt sein, damit das Maximum seines Schwarzkörper-Spektrums im Röntgenbereich bei einer Wellenlänge von 0.1 nm liegt?
- c) Welche Wellenzahl (Betrag des Wellenvektors k) hat Licht der Wellenlänge 800 nm?

II) Einfache Aufgaben

II.10) Das Plancksche Strahlungsgesetz besagt, dass die spektrale Energiestromdichte pro

$$\text{Raumwinkelement } S_\nu^p = \frac{dj_\nu}{d\Omega} = 2 \frac{\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}.$$

Leiten Sie die Strahlungsformel her, die

- a) mit der Näherung für $h\nu \ll kT$ und auf Rayleigh-Jeans zurückgeht.
- b) mit der Näherung für $h\nu \gg kT$ und auf Wien zurückgeht (Wiensche Strahlungsformel).

- * II.11)** a) Berechnen Sie die gesamte Strahlungsenergie, die sich bei Raumtemperatur in einer würfelförmigen Holzkiste mit Kantenlänge 80 cm befindet.
- b) Wie lange muss eine 40 W Glühbirne in diesem Hohlraum leuchten, um die Energiedichte in dem Hohlraum zu verdoppeln?
- c) Wie ändert sich das Ergebnis aus b) qualitativ, wenn man stattdessen eine LED Lampe verwendet, die die gleiche **optische** Lichtleistung hat, aber keine Wärme entwickelt

III) Vertiefende Aufgaben

*III. 7) Der Photoelektrische Effekt

Versuchen Sie, das in der Vorlesung gezeigte Experiment nach Hallwachs semiquantitativ nachzuvollziehen. Die Lichtquelle sei ein schwarzer Strahler mit der Temperatur 5778 K (so wie die Sonne) und strahlt auf die Zinkplatte eine Lichtleistung von 50 W.

- a) Schätzen Sie ab, wie viel Watt Lichtleistung auf den Spektralbereich oberhalb einer Photonenenergie von 4 eV entfällt. (Schauen Sie dazu ein geeignetes Spektrum des schwarzen Strahlers an und schätzen sie die Fläche. 4 eV ist die Austrittsarbeit der Elektronen in Zink. 1 eV ist die Energie, die ein Elektron erhält, wenn es mit der Spannung 1 V beschleunigt wurde.)
- b) Wie viele Elektronen werden demnach pro Sekunde ungefähr aus der Platte ausgelöst, wenn Sie annehmen, dass jedes Photon über 4 eV genau ein Elektron auslösen kann. Dazu müssen Sie eine geeignete Abschätzung machen, wie viele Photonen in dem Spektralbereich enthalten sind.
- c) Schätzen Sie die Zahl der Elektronen, die durch das mehrfache Reiben des Plastikstabes am Fell auf die Zinkplatte übertragen worden sind, aus der Zeit $t=10$ s ab, die (bei einer Leistung von 50 W) für die Entladung benötigt wurde.

III. 8) Wiensche Gesetze

- a) Leiten Sie aus der Planckschen Strahlungsformel (siehe II.11) das Wiensche Strahlungsgesetz ab, das die Energiestromdichte $S(\lambda)$ über der Wellenlänge aufträgt. Beachten Sie, dass man nicht nur $v=c/\lambda$ berücksichtigen muss, sondern auch die Größe der Frequenz- und Wellenlängenintervalle dv und $d\lambda$.
- b) Bilden Sie die Ableitung der Wienschen Strahlungsformel nach λ , um das Wiensche Verschiebungsgesetz abzuleiten. Aus welchen Naturkonstanten berechnet sich die Konstante 2,898 mm K?
- c) Überzeugen Sie sich numerisch oder analytisch, dass $v_w=c/\lambda_{\max}$ aus dem Wienschen Verschiebungsgesetz nicht dem Maximum der Planckschen Formel $S(v)$ entspricht.
- d) Skizzieren Sie die beiden Verteilungen $S(v)$ und $S(\lambda)$ und zeichnen Sie qualitativ v_h und λ_h ein, bei dem die spektralen Verteilungen so geteilt werden, dass oberhalb und unterhalb jeweils die Hälfte der abgestrahlten Energiemenge liegt. Welche Berechnung müsste man hier durchführen?
- e) Gilt hier $v_h = c/\lambda_h$?