



ÜBUNGSBLATT 2, Abgabe am Do. 03.05.18 vor der Vorlesung,  
Besprechung in den Übungen am Fr. 04.05.18.

1 Photoeffekt ( $4 \cdot 2 = 8$  Punkte)

Sie untersuchen den Photoeffekt an Natrium. Für Natrium beträgt die Austrittsarbeit  $W_A \approx 3,8 \cdot 10^{-19}$  J.

- Sie bescheinen die Natriumoberfläche mit Licht der Frequenz  $\nu = 4 \cdot 10^{14}$  Hz und einer Intensität von  $S = 100$  W/m<sup>2</sup>. Kommt es zu einem Stromfluss?
- Welche Energie besitzt ein einzelnes Photon des Lichts in Teilaufgaben (a) und wieviele Photonen treffen insgesamt pro Sekunde auf eine Fläche der Größe 1 cm<sup>2</sup>?
- Beschreiben und erklären Sie, wie sich die Energie der einzelnen Photonen und deren Gesamtzahl ändern, wenn
  - die Intensität verändert und die Frequenz konstant gehalten wird,
  - die Frequenz verändert und die Intensität konstant gehalten wird.

Was (Intensität und/oder Frequenz) müssen Sie wie verändern (erhöhen oder vermindern), damit es zu einem Stromfluss kommt?

- Nun benutzen Sie Licht mit Frequenz  $\nu = 7,1 \cdot 10^{14}$  Hz und Intensität  $S = 600$  W/m<sup>2</sup>. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der schnellsten Elektronen, die aus dem Natrium geschlagen werden.

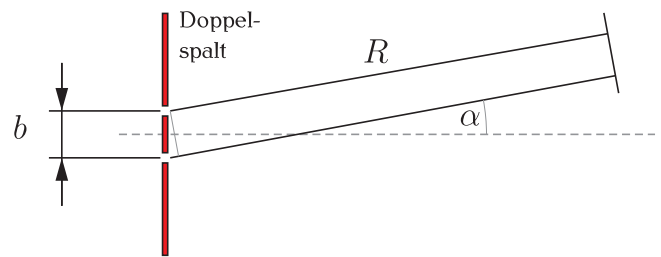
Hinweis:  $h \approx 6,626 \cdot 10^{-34}$  J s,  $m_e \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg

2 Comptoneffekt (4 Punkte)

Ein einfallendes Photon gibt die Hälfte seiner Energie an ein ruhendes Elektron und wird dabei um einen Winkel von 120° abgelenkt. Wie groß ist die Wellenlänge des ursprünglichen Photons? Geben Sie das Ergebnis als Funktion der Compton-Wellenlänge  $\lambda_C$  sowie den entsprechenden Zahlenwert an.

### 3 Intensitätsverteilung am Doppelspalt (2 + 5 + 1 = 8 Punkte)

Auf einen Doppelspalt fällt von links eine Lichtwelle mit Amplitude  $A$ , Wellenzahl  $k$  und Kreisfrequenz  $\omega$ . Sie betrachten eine Richtung hinter dem Doppelspalt, die um den Winkel  $\alpha$  bezüglich der Horizontalen gedreht ist. Entlang dieser Richtung sollen Sie die Interferenz der beiden Teilstrahlen, die von den beiden Spalten ausgehen, quantifizieren.



- (i) Erklären Sie kurz, ausgehend von der Form  $A \cos(kx - \omega t)$  einer ebenen Welle, wie die oben abgebildeten geometrischen Verhältnisse zu der Kombination

$$\psi(t) = A \cos(kR - \omega t) + A \cos(k(R + b \sin \alpha) - \omega t)$$

für die Amplitude der Welle in einem gewissen Abstand hinter dem Doppelspalt führen.

- (ii) Ein Maß für die Intensität der Welle in diese Richtung ist das zeitgemittelte Quadrat der Amplitude. Berechnen Sie also

$$S(\alpha) = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T \psi(t)^2 dt$$

für eine Periode  $T = 2\pi/\omega$ .

- (iii) Skizzieren Sie die Intensitätsverteilung  $S(\alpha)$ .

*Hinweis:* Es gilt

$$\int_0^{2\pi} \cos^2 x dx = \int_0^{2\pi} \sin^2 x dx = \pi \quad , \quad \int_0^{2\pi} \cos x \sin x dx = 0$$