

# Physik der Materie I - Wintersemester 2007/2008

## Übungsaufgaben

Für das 3. Seminar am 28.11.07 (Zyklus I) bzw. 05.12.07 (Zyklus II)

Abgabe: 22.11.07 (Zyklus I) bzw. 29.11.07 (Zyklus II) in der Vorlesung  
(bitte Name, Zyklus und Seminarzeit angeben)

Thema: Photon, Materiewellen, Wellenpaket, Phasengeschwindigkeit, Gruppengeschwindigkeit

4. Zeigen Sie, dass ein Photon nicht seine gesamte Energie an ein einzelnes freies Elektron abgeben kann, indem Sie die Impuls- und Energieerhaltung (relativistisch) bei einem Stoßprozess eines Photons mit einem Elektron untersuchen.
5. Elektronen der kinetischen Energie  $E$  (nichtrelativistisch) treffen unter einem Winkel  $\alpha_1$  zur Oberflächennormalen auf eine ebene Metallplatte. Beim Übergang in die Metallplatte gibt es eine Potentialabsenkung  $-\Delta U$ , wodurch das Elektron beschleunigt wird. Infolgedessen unterscheidet sich die De-Broglie-Wellenlänge im Metall ( $\lambda_2$ ) von der in der Luft bzw. Vakuum ( $\lambda_1$ ).
  - a) Wie groß ist die relative Änderung der Wellenlänge  $(\lambda_1 - \lambda_2)/\lambda_1$  ?
  - b) Wie groß ist der Brechungswinkel  $\alpha_2$  als Funktion des Einfallswinkels  $\alpha_1$  ?
  - c) Führen Sie einen elektronenoptischen Brechungsindex  $n_2$  für das Metall analog zum optischen Brechungsindex ein, indem Sie das in b) erhaltene Gesetz mit dem Brechungsgesetz für Licht vergleichen ( $n_1 = 1$  für Luft bzw. Vakuum).
  - d) Wie groß sind  $n_2$  und  $(\lambda_1 - \lambda_2)/\lambda_1$  für ein Elektron, das mit der kinetischen Energie  $E = 10 \text{ eV}$  in Nickel eingeschossen wird ( $\Delta U = 1.3 \text{ eV}$ )?
6. Welche Wellenlänge muß Licht haben, wenn es ein Elektron aus einer Nickelplatte herausschlagen soll und dieses Elektron eine kinetische Energie von  $1 \text{ eV}$  haben soll (Austrittsarbeit  $\Phi$  für Ni ist  $5.1 \text{ eV}$ ) ?
7. Ein Elektron und ein Positron bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von je  $2 \times 10^8 \text{ m/s}$  aufeinander zu und vernichten sich, wobei zwei Photonen gleicher Energie entstehen. Wie groß ist Wellenlänge der Photonen?