

Physik III - Übungsblatt 6

SS2006, Universität Heidelberg

Ausgabe am 1.6.2006
Besprechung am 8.6.2006

6.1 Der Photoeffekt beim Festkörper

Beim Photoeffekt an freien Atomen wird pro absorbiertem Photon ein Elektron freigesetzt. In Festkörpern dagegen können nicht alle Elektronen den Festkörper verlassen. Das Verhältnis η der Zahl N_e der ausgelösten Elektronen zur Zahl N_{ph} der eingestrahlenen Photonen wird als Quantenausbeute des Festkörpers bezeichnet.

- Wie groß ist die Quantenausbeute η eines lichtelektrischen Festkörpers, wenn er mit blauem Licht der Wellenlänge 430 nm mit einer Strahlungsleistung 10,3 mW bestrahlt wird und ein Photoelektronenstrom von 0,5 mA gemessen wird?
- Welche Elektronenaustrittsarbeit W_a hat der Festkörper, wenn durch ein Gegenfeld der Spannung $U = 0,94$ V der Photoelektronenstrom gerade vollständig unterdrückt wird?
- Um welches Element handelt es sich?
- Kann sichtbares Licht Photoelektronen aus einer Kupferoberfläche ($W_a(\text{Cu}) = 4.4$ eV) auslösen?

6.2 Comptonstreuung

Ein Photon der Wellenlänge λ stoße mit einem ruhenden freien Elektron (Masse m_e) zusammen. Das Photon werde um den Winkel θ gestreut und habe danach die Wellenlänge λ' .

- Basierend auf relativistischer Kinematik, zeige die Gültigkeit der Beziehung (Comptonverschiebung)

$$\lambda' - \lambda = h/(m_e c) (1 - \cos \theta)$$

- Wie groß sind Impuls und kinetische Energie des Elektrons nach dem Stoß im Falle einer Rückwärtsstreuung ($\theta = 180^\circ$) des Photons. Gebe das Resultat als Funktion von λ und λ' an.
- Wie groß ist die Energie E' (in MeV) des Photons (einfallend mit Energie $E \gg m_e c^2$) nach der Rückstreuung ($\theta = 180^\circ$)?
- Ein Detektor zur Messung der Energie von hochenergetischen Photonen (γ -Quanten) wird Photonen der Energie E_g ausgesetzt. Die Verteilung der mit dem Detektor gemessenen Energien E_m hat folgende Charakteristik: Ein Peak wird bei $E_m = E_g$ beobachtet, was der Absorption der gesamten Energie eines Photons im Detektor entspricht. Unterhalb dieses Peaks wird eine breite Verteilung beobachtet mit einer relativ scharfen Kante bei einer bestimmten Energie $E_m < E_g$. Erkläre das Auftreten dieser 'Comptonkante'.
- Zeige, daß für den allgemeinen Fall der Streuung eines Photons der Energie E an einem ruhenden Teilchen der Masse m , die kinetische Energie T des Teilchens nach dem Stoß gegeben wird durch (Photonstreuwinkel θ):

$$T = ((1 - \cos \theta) \cdot E) / (1 - \cos \theta + mc^2/E)$$

6.3 K-Kante von Blei

Der Massenabsorptionskoeffizient (μ/ρ) unterhalb der K-Kante von Blei (88 keV) soll angeblich $1,77$ cm²/g, oberhalb der K-Kante $8,04$ cm²/g betragen. Dies soll experimentell überprüft werden. Dazu wird eine dünne Bleifolie mit Röntgenstrahlung beschossen, deren Energie kontinuierlich zwischen 87,9 und 88,1 keV variiert werden kann. Gemessen wird die Transmission der Strahlung durch die Folie bei verschiedenen Energien. Zur Optimierung des Experiments stellt sich die Frage: Bei welcher Foliendicke d ist die Differenz der durchgelassenen Strahlungsintensität unterhalb und oberhalb der Kante (und damit der Kontrast) am größten? Die Dichte von Blei beträgt $\rho = 11,3$ g/cm³.