

## Übungsblatt 13

Ausgabe: 28.01.2025

Abgabe: 04.02.2025, vor 10:00 Uhr (Ilias)

Besprechung: 06.02.2025 (Tutorien)

- Die Anmeldung zur Vorleistung im Campus Management System ist vom 29.01. bis zum 12.02.2025 möglich.
- Informationen zur Vorleistung und zur ersten Klausur finden Sie auf dem Merkblatt *Ankuendigung\_Klausur\_1.pdf* in Ilias.

### Aufgabe 1

3 Punkte

In einem Aufbau zur Vermessung des äußeren photoelektrischen Effekts wird eine Kathode in einer Vakuumröhre von außen beleuchtet. Die Photonen lösen Elektronen aus der Kathode heraus, welche zu einer gegenüberliegenden Anode fliegen. Zwischen Kathode und Anode wird eine Spannung  $U$  angelegt.

- Skizzieren Sie bei fester Wellenlänge und Intensität der Beleuchtung den Elektronenstrom  $I$  zwischen Kathode und Anode als Funktion der Spannung  $U$ . **1 Punkt**
- Wie ändert sich  $I(U)$  qualitativ, wenn die Lichtintensität erhöht wird? **½ Punkt**
- Wie ändert sich  $I(U)$  qualitativ, wenn zur Beleuchtung Licht mit einer kleineren Wellenlänge verwendet wird? Die Leistung des verwendeten Lichts bleibe unverändert. **½ Punkt**
- Beleuchtet man eine Natrium-Kathode mit Licht der Wellenlänge  $\lambda = 366$  nm, so misst man als maximale kinetische Energie der Elektronen von 1.07 eV. Verwendet man  $\lambda = 254$  nm, so misst man 2.56 eV. Bestimmen Sie aus diesen Messergebnissen die Plancksche Konstante  $h$  und die Austrittsarbeit der Elektronen. **1 Punkt**

### Aufgabe 2

5 Punkte

- Leiten Sie für den Comptoneffekt die Wellenlängenänderung  $\Delta\lambda$  des gestreuten Röntgenlichts als Funktion des Streuwinkels  $\theta$  her. Skizzieren Sie  $\Delta\lambda(\theta)$ . **2,5 Punkte**
- Berechnen Sie die Bewegungsenergie  $E_{\text{kin}}'$  ursprünglich ruhender Elektronen nach dem Stoß ebenfalls als Funktion des Streuwinkels  $\theta$ . Beachten Sie dabei, dass die Frequenz  $\nu'$  der gestreuten Röntgenquanten nur sehr wenig verschieden ist von derjenigen der eingestrahnten Quanten. Skizzieren Sie  $E_{\text{kin}}'(\theta)$ . **1 Punkt**
- Ein monochromatischer Röntgenstrahl der Wellenlänge  $\lambda = 0.0558$  nm wird durch ruhende Elektronen um  $46^\circ$  gegenüber der Richtung des einfallenden Strahls gestreut. Wie groß ist die Wellenlänge des gestreuten Röntgenlichts? **½ Punkt**
- Berechnen Sie die Wellenlänge eines Röntgenphotons, das maximal 50 keV auf ein freies Elektron übertragen kann. **1 Punkt**

### Aufgabe 3

6 Punkte

- a) Skizzieren Sie den Aufbau eines Lasers. **1,5 Punkte**
- b) Skizzieren Sie in einem Energieniveauschema die drei Energieniveaus eines Lasermediums und zeichnen Sie die für den Laserbetrieb relevanten Übergänge ein. Beschriften Sie Niveaus und Übergänge. **1,5 Punkte**
- c) Auf welchem grundlegenden physikalischen Prozess basiert der Laser? **½ Punkt**
- d) Erklären Sie die Funktionsweise eines Lasers. **2 Punkte**
- e) Das oberste Energieniveau eines Lasers hat eine Energie von  $E_2 = 2,0 \text{ eV}$  über dem Grundzustand  $E_1$ . Wie ist dieses Niveau bei Raumtemperatur ( $T = 300 \text{ K}$ ) bzw. bei  $T = 1000 \text{ K}$  allein durch die thermische Besetzung bevölkert? **½ Punkt**