

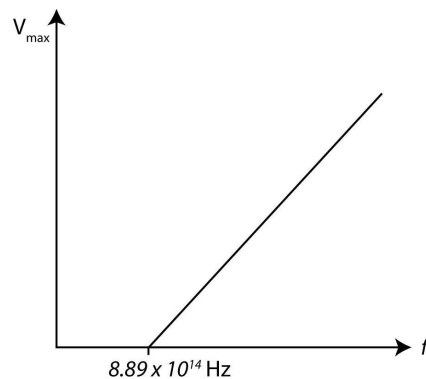
# Physik IV 2009 - Übung 2

27. Februar 2009

## 1. Der Photoelektrische Effekt.

$\Sigma 2\frac{1}{2}$

Die Abbildung unten zeigt die Frequenzabhängigkeit der Grenzspannung  $V_{max}$  von aus Magnesium emittierten Elektronen.



- Erklären Sie die Bedeutung der Grenzspannung  $V_{max}$ . Wie kann die Form der Kurve durch die quantenmechanische Beschreibung von Licht erklärt werden? [ $\frac{1}{2}$ ]
- Berechnen Sie die Austrittsarbeit von Magnesium in eV. [ $\frac{1}{2}$ ]
- Wie gross ist die maximale kinetische Energie der aus dem Magnesium emittierten Elektronen, wenn das auftreffende Licht eine Frequenz von  $f = 1.5 \times 10^{15}$  Hz hat? [ $\frac{1}{2}$ ]
- Die Emission des ersten Elektrons aus dem Metall erfolgt instantan nach dem Einschalten der Lichtquelle - unabhängig von der Intensität des Lichts. Erklären Sie dieses Resultat. Diskutieren Sie, welches Resultat sie stattdessen ausgehend von einer klassischen Betrachtungsweise erwarten würden. [1]

2. **Der inverse photoelektrischer Effekt.** Beim inversen photoelektrischen Effekt wird durch Abbremsen von Elektronen in einem Metall Strahlung erzeugt. Berechnen Sie sowohl relativistisch als auch nicht-relativistisch die Grenzwellenlänge des abgestrahlten Lichts, wenn die Elektronengeschwindigkeit die halbe Lichtgeschwindigkeit beträgt.  $\Sigma$  1
3. **Das menschliche Auge als Einzelphotonendetektor.** Nehmen Sie an, eine Kerze emittiert  $P = 0.02$  W hauptsächlich gelben Lichts. Das menschliche Auge kann bei Dunkelheit das Licht der Kerze bis zu einer Entfernung von etwa 50 km wahrnehmen. Schätzen Sie damit ab, wieviele Photonen pro Sekunde das Auge in diesem Fall erreichen.  $\Sigma$   $1\frac{1}{2}$
4. **Bragg Reflexion.** Zur Erzeugung monochromatischer Röntgenstrahlung kann ein Kristall benutzt werden, der hinter eine polychromatische Röntgenquelle gestellt wird.  $\Sigma$  3

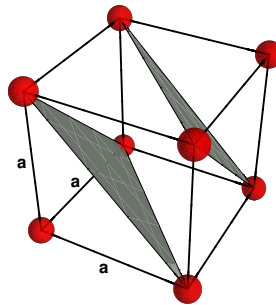
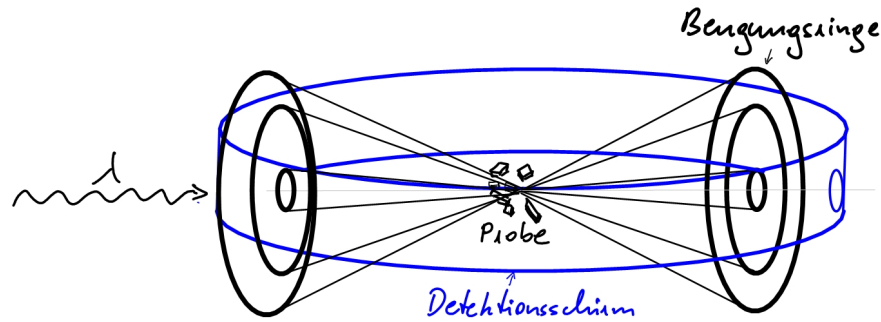


Abbildung 1: Kubische Kristallstruktur. Eingezeichnet sind (111)-Gitterebenen.

- (a) Nehmen Sie an, das Licht wird an der (111)-Gitterebene eines Germanium Kristalls ( $a = 5.65$  Å) (Abb. 1) reflektiert. Unter welchem Winkel zur Gitterebene wird Strahlung mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 1$  Å beobachtet (1. Ordnung)? [1]
- (b) Der einfallende Strahl habe eine Winkeldivergenz von  $\Delta\theta = 2^\circ$ . Berechnen Sie die Wellenlängenverteilung  $\Delta\lambda$  des (111)-Reflexes. Wie muss der Winkel  $\theta$  gewählt werden, damit – für beliebiges  $\lambda$  – die relative Unschärfe  $\Delta\lambda/\lambda$  minimal wird? [1]
- (c) Das auf diese Art erzeugte monochromatische Licht kann zur Charakterisierung von unbekanntem Gitterstrukturen verwendet werden.

den. Eine gebräuchliche Methode ist das Debye-Scherrer-Verfahren, wo monochromatisches Röntgenlicht auf eine polykristalline oder pulverförmige Probe eingestrahlt wird (Pulverdiffraktometer). Können Sie anhand des Versuchsaufbaus erklären, wie es zu den unten gezeigten Beugungsringen kommt? [1]



### 5. Der Photonen Zähler.

Σ 2

- (a) Ein Photonen Zähler besteht aus einer Photokathode, einer Kollektoranode, und acht Dynoden zwischen Anode und Kathode. Alle Platten sind aus  $\text{Cs}_3\text{Sb}$  gefertigt. Die Potentialdifferenz von 1 kV ist gleichmässig zwischen Anode und Kathode über die 10 Platten aufgeteilt. Die Austrittsarbeit von  $\text{Cs}_3\text{Sb}$  ist 1.8 eV. Wie gross ist die maximale Anzahl  $N$  von Elektronen, die für ein einziges einfallendes Photon auf der Anode auftreffen kann? Wie gross ist die Energie der Elektronen? [1]
- (b) Schlagen Sie drei Gründe vor, warum diese Zahl  $N$  praktisch nie erreichbar wird. [1]