

Übungen zur Vorlesung
Experimentalphysik 3 (Wellen und Teilchen)
Wintersemester 2003/2004
Blatt 12; Besprechung in den Übungen der 4. KW 2004

Aufgabe 47: *de Broglie-Wellen*

Ein Strahl von Neutronen mit einer kinetischen Energie von 10 eV geht durch eine kreisförmige Blende mit dem Durchmesser d_0 und fällt in einer Entfernung $s = 5$ m hinter der Blende auf einen Schirm. Schätzen Sie mit Hilfe der Unschärferelation die Größe der Blende ab, die das kleinste Trefferbild ergibt.

Welche Energie müsste ein Elektronstrahl haben, um den gleichen Fleck zu erzeugen?
Photonen welcher Wellenlänge wären dazu nötig?

Aufgabe 48: *Photonen im Gravitationspotential*

- R. V. Pound und G. A. Rebka wiesen 1960 nach, dass die Masse eines Lichtquants der Schwere unterliegt. Sie untersuchten dazu die Energieänderung eines γ -Quants, welches von der Erdoberfläche gegen das Schwerfeld der Erde ausgesandt wurde. Wie groß ist die relative Frequenzänderung $\Delta\nu/\nu_{\gamma,0}$ für γ -Quanten aus einer sich auf der Erdoberfläche befindenden ^{88}Y -Quelle, deren Photonen auf der Erdoberfläche mit einer Energie $E_{\gamma,0} = 898,021$ keV gemessen werden, in einer Höhe von 1 km ?
- Berechnen Sie die Rückstoßenergie, die ein solches γ -Quant bei Emission einem ^{88}Y -Kern überträgt!
- Wie groß müsste die Geschwindigkeit eines ^{88}Y -Absorbers sein, um ein parallel zur Erdoberfläche emittiertes Quant einer ruhenden ^{88}Y -Quelle wieder absorbieren zu können?

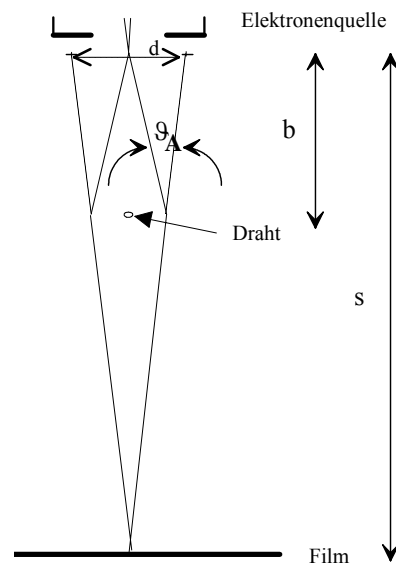
Aufgabe 49: *Elektroneninterferenz*

Im Versuch von Düker und Möllenstedt werden Elektronen mit der kinetischen Energie E_K im elektrischen Feld eines langen, dünnen Drahtes der Länge ℓ mit der linearen Ladungsdichte $\Lambda = Q/\ell$ abgelenkt, wobei die Elektronen von einer punktförmigen Quelle in einer Ebene senkrecht zum Draht emittiert werden. Ist die Quelle so konstruiert, dass der Elektronenstrahl nur einen kleinen Öffnungswinkel hat und damit nur kleine Ablenkwinkel in der Anordnung möglich sind, ist der

Ablenkwinkel θ_A mit $\theta_A = \frac{e\Lambda}{4\epsilon_0 E_K}$

und damit der Abstand d der beiden virtuellen Quellen mit $d = 2b\theta_A$ angebbar (Herleitung in der Übung).

In Analogie zum Doppelspiegelsperiment (siehe Aufg. 21 in Übung 5) entstehen im Düker-Möllenstedt-Versuch helle und dunkle Streifen auf einem Photofilm, die durch Intensitätsmaxima und -minima der auftreffenden Elektronen entstehen.



- a) Wie groß ist die kinetische Energie E_K der Elektronen bei Abständen $s = 3b$ und einer Ladungsdichte $\Lambda = 1,5 \cdot 10^{-13} \text{ C/m}$ auf dem Draht, wenn der Streifenabstand zwischen benachbarten hellen Streifen $1 \mu\text{m}$ beträgt?
- b) Geben Sie die Wellenlänge der den Elektronen zugeordneten de Broglie-Welle an!

Aufgabe 50: *Comptonstreuung*

Ein gut kollimierter Strahl der Kupfer- K_α -Strahlung mit einer Energie von $8,048 \text{ keV}$ trifft senkrecht auf einen 1 mm dicken Aluminiumstreuer (Dichte $2,71 \text{ g/cm}^3$). In einem Abstand von 1 m vom Zentrum des Streuers steht unter einem Winkel von 45° zur Einfallsrichtung der K_α -Photonen ein Halbleiter-Detektor mit einer kreisförmigen aktiven Fläche von 20 mm^2 , dessen Normale auf das Zentrum des Streuers gerichtet ist.

- a) Welcher Anteil der auf den Streuer treffenden Strahlung erreicht infolge von Comptonstreuung an den Valenzelektronen des Aluminiumstreuers den Detektor?
- b) Wie groß ist die im Detektor registrierte (mittlere) Energie der Photonen?