

Aufgabenblatt 4; Übung am 26. bzw. 28. Mai (Dienstag/Donnerstag)

1. Franck-Hertz

Die Kennlinie eines Franck-Hertz-Versuchs zeigt die Minima des Anodenstromes bei Beschleunigungsspannungen in Abständen von  $\Delta U_B = 2,104 \text{ V}$ .

- (a) In welcher Farbe leuchtet das Füllgas bei einer Beschleunigungsspannung von  $U_B = 4$  bzw.  $5 \text{ V}$ ?
- (b) Um welches Gas könnte es sich handeln?
- (c) Wie groß muss die Geschwindigkeit eines Elektrons mindestens sein, damit ein Füllgasatom durch einen Stoß zum Leuchten angeregt werden kann?

2. Photonen

- (a) Wieviel Masse sendet eine 100W-Glühbirne innerhalb eines Jahres infolge der Lichtausstrahlung aus?
- (b) Das auf Dunkelheit adaptierte menschliche Auge vermag eine Photonrate von  $N=5$  Photonen pro Sekunde bei grünem Licht ( $\lambda$ ) gerade noch als Lichtreiz wahrzunehmen. In welcher Entfernung  $R$  könnte man demnach eine Lichtquelle von  $P=100\text{W}$  dieser Wellenlänge gerade noch wahrnehmen? Der Pupillendurchmesser des Auges sei zu  $8\text{mm}$  angenommen. Die Absorption des Lichtes in der Luft sei vernachlässigbar.
- (c) Plancksches Strahlungsgesetz  
Berechnen Sie die Temperatur der Sonnenoberfläche unter der Annahme, dass die Sonne ein schwarzer Körper ist und das Maximum ihres Spektrums etwa bei  $\lambda = 500\text{nm}$  (grün) liegt.

3. Photoeffekt

- (a) Warum steht der Photoeffekt im Widerspruch zur klassischen Physik?
- (b) In einem Experiment zum Photoeffekt wird eine Metalloberfläche mit Licht verschiedener Wellenlängen  $\lambda_i$  bestrahlt. Die Gegenspannungen  $U_i$ , bei denen der Strom aus der Oberfläche gerade verschwindet werden gemessen. Bestimmen sie die Austrittsarbeit  $W_i$  und das Plancksche Wirkungsquantum  $h$ !

$\lambda_i[\text{nm}]$	216	260	317	368	403
$U_i[\text{V}]$	2.83	1.86	1.0	0.45	0.16

#### 4. Comptoneffekt

- (a) Ein Photon der Energie  $E_\gamma$  wird an einem freien Teilchen der Ruhemasse  $m_0$  gestreut. Compton beobachtete 1921, dass für die Wellenlängenverschiebungen gestreuter Photonen ein einfacher Zusammenhang mit dem Streuwinkel besteht. Berechnen sie daraus die kinetische Energie des Teilchens, das unter dem Winkel  $\phi$  bezüglich der Richtung des einlaufenden Photons gestreut wird! Unter welchem Winkel erhält das Teilchen maximale Energie?
- (b) Welche Energie kann ein freies Elektron durch die Comptonstreuung eines Photons der Wellenlänge  $\lambda=400\text{nm}$  übertragen?
- (c) Kann das Photon seine gesamte Energie dem freien Elektron übertragen? Könnte das Photon auch Elektronen aus dem Metall heraus schlagen?
- (d) In einem Comptonexperiment erhält ein Elektron die kinetische Energie  $0,1\text{MeV}$  durch den Stoß mit einem Photon der Energie  $500\text{keV}$ . Bestimmen Sie die Wellenlänge und den Winkel des gestreuten Photons, wenn das Elektron sich anfänglich in Ruhe befand.

Matrix (1/2/3/4a+4b/4c+4d)

*Übungsleiter: Frank Hartmann, Forschungszentrum Karlsruhe,  
Tel.: +41 (76) 487 4362; Email: Frank.Hartmann@cern.ch*

[www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom09](http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/atom09)