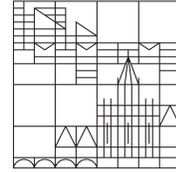


**Integrierter Kurs Physik IV**  
**Exp.-Teil, Atom und Quantenphysik**  
**SoSe 11**

Prof. G. Maret, Dr. P. Keim

Universität  
Konstanz



**Übungsblatt Nr. 2,**

Ausgabedatum: Mi. 27.04.2011

Abgabedatum: Mo. 02.05.2011 in der Vorlesung

Besprechung: Mi. 04.05.2011 in den Übungsgruppen

Aufgabe 2: Photo-Effekt

In der Vorlesung haben Sie auch den Photo-Effekt kennengelernt, bei dem ein Photon vollständig absorbiert wird, um ein Elektron aus einem Material herauszulösen. Da der umgebende Festkörper Impuls aufnehmen kann, ist hier nur eine Energiebilanz zu betrachten.

$\lambda$ [nm]	$U$ [V]	Material	$W_A$ [eV]
405	0,93	Li	2,46
546	0,14	Na	2,28
		K	2,25
		Rb	2,13
		Cs	1,94

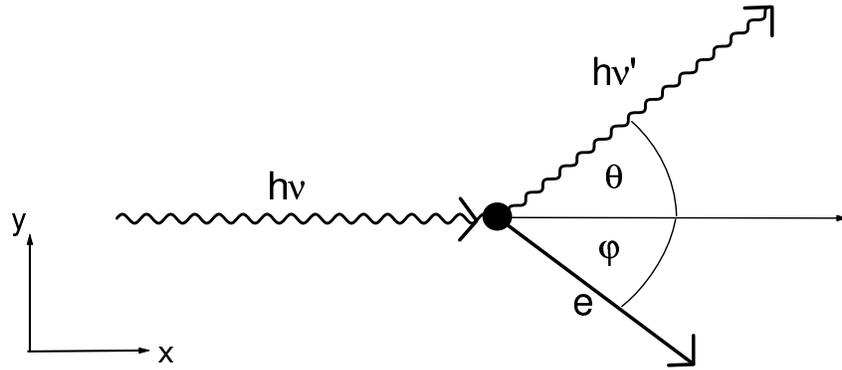
Eine Materialoberfläche wird nacheinander mit Licht der beiden in der linken Tabelle aufgeführten Wellenlängen bestrahlt und die kinetische Energie der ausgelösten Elektronen wird in Form der zugehörigen Bremsspannung  $U$  gemessen. Gewinnen Sie durch Extrapolation der Daten die Austrittsarbeit  $W_A$  des Materials und ermitteln Sie aus den Messwerten außerdem einen Wert für  $h/e$ . (Der Wert der Lichtgeschwindigkeit  $c$  zur Umrechnung von Wellenlänge in Frequenz ist natürlich als bekannt anzunehmen.)

Die rechte Tabelle gibt Literaturwerte für die Austrittsarbeiten einiger Stoffe. Um welches Material könnte es sich im Versuch gehandelt haben? Was würde man messen, wenn man das Material mit Licht der Wellenlänge 300nm bzw. 700nm bestrahlt?

Aufgabe 3: Compton-Effekt

schriftlich abzugeben: 9 Punkte

Der Compton-Effekt beschreibt die Streuung eines Photons an einem Elektron. Vor dem Stoß sei das Elektron in Ruhe. Die Winkel, unter denen Photon und Elektron nach dem Stoß davonfliegen, werden mit  $\theta$  bzw.  $\varphi$  bezeichnet. Das Photon gibt einen Teil seiner



Energie an das Elektron ab, weshalb die Wellenlänge des gestreuten Lichts größer ist als die des einfallenden.

- a) Die Figur zeigt ein Diagramm für den Steuprozess.  $\lambda$  und  $\nu$  beziehen sich auf das Photon vor dem Stoß,  $\lambda'$  und  $\nu'$  auf das Photon nach dem Stoß.

$$\lambda' = \lambda + \lambda_C(1 - \cos \theta) \quad (1)$$

$\lambda_C = \frac{h}{m_0c}$  ( $m_0$  ist die Ruhemasse des Elektrons) heißt Comptonwellenlänge. Für das System aus Photon und Elektron sind Energie- und Impulserhaltung anzusetzen. Der Impuls ist vektoriell zu betrachten bzw. seine Erhaltung einzeln für die Komponenten in  $x$ - und  $y$ -Richtung anzusetzen. Das Elektron ist relativistisch zu behandeln, hat also vorher seine Ruheenergie  $m_0c^2$  und nachher den Impuls  $\vec{p}_e$  sowie die Energie  $E_e = \sqrt{m_0^2c^4 + p_e^2c^2}$ . Ein Photon, das zu Licht der Frequenz  $\nu$  gehört, hat die Energie  $h\nu$  und den Impuls(betrag)  $h\nu/c$ .

Leiten Sie 1 her! Hilfe: Als Zwischenergebnis sei die Compton-Beziehung für die Frequenzen angegeben:

$$\nu - \nu' = \frac{h\nu\nu'}{m_0c^2}(1 - \cos \theta)$$

- b) Ein Photon mit der Energie  $1 \cdot 10^4 \text{eV}$  macht einen Stoß mit einem ruhenden Elektron und wird unter einem Winkel von  $60^\circ$  gestreut. Geben Sie die Wellenlängen des einfallenden und des auslaufenden Photons an (berücksichtigen Sie vier Stellen in der Mantisse der Werte). Berechnen Sie auch die kinetische Energie des Elektrons nach dem Stoß und den Winkel, unter dem es davonfliegt.