Theoretische Physik für LAK III: Übung 1

von
Naja v. Schmude (4127652), Gruppe: Montag

Aufgabe 1

Es ist das Planck'sche Wirkungsquantum h und die Austrittsarbeit E_A der Elektronen aus der Kathode zu bestimmen, in dem die gegebenen Wellenlängen $\lambda_1 = 2537\text{Å}$ ($\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = 1,182 * 10^{15} Hz$) und $\lambda_2 = 5890\text{Å}$ ($\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 5,093 * 10^{14} Hz$) sowie die kinetische Energien $E_{kin_1} = 3,14eV$ und $E_{kin_2} = 0,36eV$ der austretenden Elektronen bei den entsprechenden Wellenlängen betrachtet werden.
Zunächst kann h geschätzt werden, in dem man h als Steigung der Geraden interpretiert, die sich ergibt, wenn man E_{kin} in Abhängigkeit von ν aufträgt. Da wir nur zwei Punkte gegeben haben, lässt sich die Steigung ganz einfach berechnen:

$$h = \frac{E_{kin_1} - E_{kin_2}}{\nu_1 - \nu_2} = \frac{3,14eV - 0,36eV}{1,182 * 10^{15} Hz - 5,093 * 10^{14} Hz} = 4,130 * 10^{-15} eVs$$

Die Austrittsarbeit ist in der geometrischen Interpretation der Achsenabschnitt der Gerade. Die Geradengleichung lautet demnach $E_{kin}(\nu) = h * \nu + E_A$. Wir suchen jetzt E_A:

$$\begin{aligned} E_A &= E_{kin_1} - h * \nu_1 \\ &= 3,14eV - 4,13 * 10^{-15} eVs * 1,182 * 10^{15} Hz \\ &= -1,743eV \end{aligned}$$

Wir überprüfen den Wert mittels dem zweiten gegebenen Punkt:

$$\begin{aligned} E_A &= E_{kin_2} - h * \nu_2 \\ &= 0,36eV - 4,13 * 10^{-15} eVs * 5,093 * 10^{14} Hz \\ &= -1,743eV \end{aligned}$$

Die Ergebnisse stimmen überein, daher ist die Austrittsarbeit $E_A = -1,743eV$.

Aufgabe 2

a) Um nur den Realteil zu zeichnen, schaut man sich die mit Hilfe der Eulerformel umgewandelten Wellen an:

$$\begin{aligned} A_1(\vec{r}, t) &= \alpha_1 \left(\cos(x + 3y - \omega t - \phi_1) + i \sin(x + 3y - \omega t - \phi_1)\right) \\ A_2(\vec{r}, t) &= \alpha_2 \left(\cos(-x + 3y - \omega t - \phi_2) + i \sin(-x + 3y - \omega t - \phi_2)\right) \end{aligned}$$

Man muss also nur den Cosinus-Anteil zeichnen. Den Wellenvektor $\vec{k}$, der die Ausbreitungsrichtung angibt, kann übrigens auch direkt aus den gegebenen Funktionen abgelesen werden, denn die Standardschreibweise ist $A(\vec{r}, t) = \alpha e^{\vec{r}\vec{k} - \omega t} = \alpha e^{xk_x + yk_y + zk_z - \omega t}$. Demnach lautet der Wellenvektor für A_1 $\vec{k_1} = (1, 3, z)$ und für

$A_2\ \vec{k_2} = (-1, 3, z)$.

b)

c) Es ist die Intensität der Superposition zu berechnen.

$$\begin{aligned}
I &= |A_1(\vec{r}, t) + A_2(\vec{r}, t)|^2 \\
&= (\alpha_1 \exp[i(x + 3y - \omega t - \phi_1)] + \alpha_2 \exp[i(-x + 3y - \omega t - \phi_2)]) \\
&* (\alpha_1 \exp[-i(x + 3y - \omega t - \phi_1)] + \alpha_2 \exp[-i(-x + 3y - \omega t - \phi_2)]) \\
&= \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_1\alpha_2 \exp[i(x + 3y - \omega t - \phi_1 + x - 3y + \omega t + \phi_2)] \\
&+ \alpha_1\alpha_2 \exp[i(-x + 3y - \omega t - \phi_2 - x + 3y + \omega t + \phi_1)] \\
&= \underbrace{\alpha_1^2}_{=I_1} + \underbrace{\alpha_2^2}_{=I_2} + \alpha_1\alpha_2(\exp[i(2x - \phi_1 + \phi_2)] + \exp[i(-2x - \phi_2 + \phi_1)])
\end{aligned}$$

Es entsteht hier also ein Interferenzmuster, da die Intensität der Superposition nicht einfach der Summe der Einzelintensitäten entspricht, sondern es noch den Interferenzterm $\alpha_1\alpha_2(\exp[i(2x - \phi_1 + \phi_2)] + \exp[i(-2x - \phi_2 + \phi_1)])$ gibt.