Karlsruher Institut für Technologie | Institut für Theorie der Kondensierten Materie

Moderne Theoretische Physik für Informatiker SS 2014

Prof. Dr. A. Shnirman
Dr. B. Narozhny

Blatt 7
Besprechung 03.06.2014

---

1. De-Broglie-Wellenlänge:

(a) Berechnen Sie die De-Broglie-Wellenlänge eines Elektrons, eines Protons, und eines Uranatoms. Nehmen Sie an, dass alle Teilchen eine kinetische Energie von 100 eV haben.

(b) Wieviel Energie sollte einem Elektron hinzugefügt werden, um seine De-Broglie-Wellenlänge von 100 pm auf 50 pm zu verringern.

(c) Zwei identische nicht-relativistische Teilchen bewegen sich entlang zweier senkrechter gerader Linien. Die Teilchen haben die De-Broglie-Wellenlängen λ_1 und λ_2. Finden Sie die De-Broglie-Wellenlängen der Teilchen im Bezugssystem des Massenmittelpunkts.

2. Photoelektrischer Effekt:

(a) Bestimmen Sie die maximal Geschwindigkeit der Photoelektronen, die bei der Bestralung mit UV-Licht ($\lambda = 220$ nm) aus der Oberfläche einer Nickelelektrode herausgelöst werden. Die Austrittsarbeit von Nickel ist 4.84 eV.

(b) Die Austrittsarbeit von Gold ist 5.1 eV. Was ist die minimale Frequenz und die maximale Wellenlänge der Strahlung die notwendig ist, um Photoelektronen herauszulösen?

(c) Eine Kupferkugel wird mit UV-Licht ($\lambda = 200$ nm) bestrahlt. Die Austrittsarbeit von Kupfer ist 4.47 eV. Bis zu welchem Potenzial kann die Kugel aufgeladen werden?

3. Hilbert-Raum:

(a) Betrachten Sie den Hilbert-Raum $\mathbb{R}^4$ und die folgenden Vektoren

$$\begin{pmatrix}1\\0\\0\\0\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}1\\1\\0\\0\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}1\\1\\1\\0\end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix}1\\1\\1\\1\end{pmatrix}.$$

Zeigen Sie, dass diese Vektoren linear unabhängig sind.

(b) Betrachten Sie den Hilbert-Raum $\mathbb{R}^4$ und die folgenden Vektoren

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\0\\0\\1\end{pmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\1\\0\\-1\end{pmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}0\\1\\1\\0\end{pmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}0\\1\\-1\\0\end{pmatrix}.$$

Zeigen Sie, dass diese Vektoren eine orthonormale Basis bilden.

(c) Betrachten Sie den Hilbert-Raum $\mathbb{C}^2$ und die folgenden Vektoren

$$|0\rangle = \begin{pmatrix}i\\i\end{pmatrix}, \quad |1\rangle = \begin{pmatrix}1\\-1\end{pmatrix}$$

Normalisieren Sie diese Vektoren. Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit $|\langle 0|1\rangle|^2$.