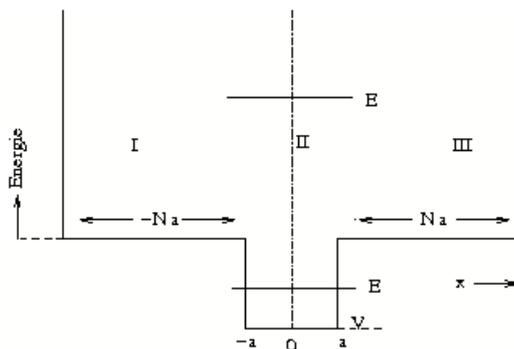


Übungsblatt 3: (19 P.)

Abgabe: 24.04.12

Aufgabe 1: Teilchen in Potentialtopf

Betrachten Sie ein Elektron in dem eindimensionalen Potentialtopf mit unendlich hohen Wänden (siehe Abb. 1) und beschränken Sie sich auf gerade Eigenfunktionen $\psi(x)$, d.h., $\psi(x) = \psi(-x)$.



- a) [1P.] (schriftlich) Welche Randbedingungen sind an die Wellenfunktion $\psi(x)$ für

$$x = \pm(N + 1)a$$

zu stellen?

- b) [1P.] (schriftlich) Welche Bedingungen muss die Wellenfunktion bei $x = \pm a$ erfüllen?
 c) [2P.] (schriftlich) Betrachten Sie jetzt den Fall $E < 0$. Wie lauten die Lösungen für $a < |x| < (N + 1)a$?
 d) [3P.] (schriftlich) Zeigen Sie, dass die Energiewerte durch die folgende Relation

$$\tan(ka) \tanh(N \kappa a) = \frac{\kappa a}{k a}$$

mit

$$\kappa^2 = -\frac{2mE}{\hbar^2}, \quad k^2 = \frac{2m}{\hbar^2}(E - V)$$

bestimmt sind.

- e) [3P.] (mündlich) Betrachten Sie jetzt den Grenzfall $N \rightarrow \infty$, ($E < 0$). Diskutieren Sie graphisch die Lösungen der Gleichung

$$\tan ka = \frac{\kappa a}{ka}$$

- f) [2P.] (mündlich) Betrachten Sie den Fall $E > 0$. Zeigen Sie, dass das Energiespektrum jetzt durch die Relation

$$\tan ka \tan(N \kappa a) = \frac{\kappa a}{ka}$$

gegeben ist, wobei nun

$$\kappa^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$$

- g) [1P.] (mündlich) Betrachten Sie dann den Grenzfall $E \gg |V| > 0$. Was erwarten Sie für das Energiespektrum?

Aufgabe 2: Photoeffekt klassisch und als Quanteneffekt (mündlich)

- a) [1P.] Die Austrittsarbeit in einem Metall betrage mindestens 3.55 eV. Gemäß der klassischen Elektrodynamik absorbiert ein Oszillator aus einer elektromagnetischen Welle der Wellenlänge λ die Energie, die auf ein Flächenelement $\sigma \approx \lambda^2$ fällt. Wie lange müsste man deswegen die "Oszillatoren" des Metalls mit Licht dieser Grenzwellenlänge und der Intensität $I = 2 \cdot 10^{-13} \text{W/cm}^2$ bestrahlen, damit ein Photoelektron emittiert wird?
- b) [1P.] Welche Grenzwellenlänge ist nach Einstein erforderlich, um Elektronen durch den lichtelektrischen Effekt aus diesem Metall auszulösen?

Aufgabe 3: [4P.] Quantenphänomen an Atomstrahlen (schriftlich)

Ein Silberatomstrahl, der aus einem 1500 K heißen Ofen kommt, legt zwischen der letzten Blende, die eine kreisförmige Öffnung besitzt, und der Photoplatte eine Strecke von 1 m zurück. Wie groß muss die Blendenöffnung sein, damit das Abbild des Atomstrahls so klein wie möglich wird? Masse der Silberatome $1.8 \cdot 10^{-22} \text{g}$. (Annahme: Alle Atome haben dieselbe thermische Geschwindigkeit. Hinweis: hinter der Öffnung "weitet" sich der Atomstrahl auf. Warum?)