

## Übungsblatt 7

Ausgabe: 2.6.2006

Rückgabe: 12.6.2006 vor der Vorlesung

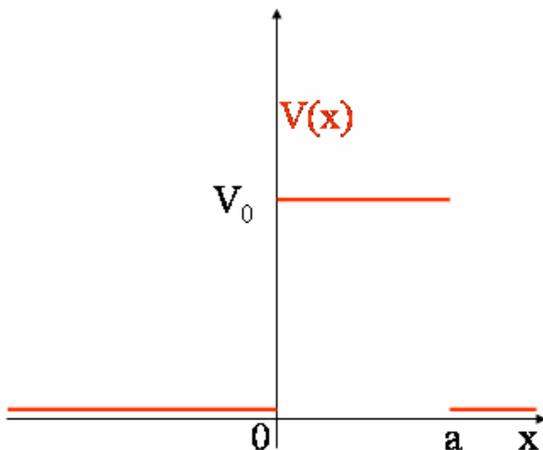
1. Berechnen Sie die ersten drei Eigenwerte der Energie eines Elektrons in einem unendlich hohen Potentialtopf der Weite  $2a$  ( $V(x) = 0$  für  $-a < x < a$ ,  $V(x) = \infty$  sonst) mit  $a = 1 \text{ \AA}$ .

(1 Punkt)

2. In einem Frank-Hertz-Versuch an atomarem Wasserstoff wird eine Abnahme des Anodenstroms bei einer Beschleunigungsspannung von 10.21 V und eine weitere Abnahme bei 12.10 V gemessen. (Die verwendete Apparatur hat eine höhere Qualität als die von uns in der VL verwendete. Daher können auch in den Bereichen abnehmenden Signals noch Strukturen in der Strom/Spannungskennlinie aufgelöst werden.) Bestimmen Sie die Energien und Wellenlängen aller als Folge der Anregung von den Wasserstoffatomen ausgestrahlten Fluoreszenzlinien.

(2 Punkte)

3. Betrachten Sie das Verhalten eines Teilchen mit  $0 < E < V_0$  bei Konfrontation mit der gezeichneten, endlich hohen und endlich breiten Potentialbarriere. Da das Teilchen endlich weit in das klassisch verbotene Gebiet  $0 < x < a$  eindringen kann, ist auch mit seinem Durchtritt durch die Potentialbarriere zu rechnen ('Tunneln').



a) Machen Sie einen Ansatz für die zeitunabhängige Wellenfunktion  $\varphi(x)$ , der analog zum Vorgehen in der Vorlesung für eine unendlich breite Potentialstufe ist. (Hinweis: Reflexion des Teilchens an der Potentialstufe soll nur auf einer Seite ( $x < 0$  oder  $x > a$ ) berücksichtigt werden.)

b) Stellen Sie die Bedingungen für Anschluß der Wellenfunktionsteile in  $x = 0$  und  $x = a$  auf.

c) Definieren Sie einen Transmissionskoeffizienten, der den Durchtritt der Teilchen durch die Potentialbarriere beschreibt. (Analog zum Reflexionskoeffizienten in der VL.) Berechnen Sie ihn aus den Bedingungen b). Ergebnis:

$$\frac{1 - E/V_0}{(1 - E/V_0) + (V_0/4E) \cdot \sinh^2(\alpha a)}, \text{ mit } \alpha = \frac{\sqrt{2m(V_0 - E)}}{\hbar}.$$

(Hinweis:  $\sinh(x) := (\exp(x) - \exp(-x))/2$ .)

d) Berechnen Sie eine Näherungsformel im Bereich sehr hoher oder sehr weiter Potentialbarrieren

b.w.

Ergebnis:

$$\frac{16E}{V_0^2} (V_0 - E) \cdot \exp(-2\alpha a)$$

*(5 Punkte)*

4. Ein Proton und ein Deuteron (gebundenes System aus einem Proton und einem Neutron, setzen Sie Masse(Deuteron) = 2 Masse(Proton)) versuchen (unabhängig voneinander) durch eine rechteckige Potentialbarriere der Höhe 10 MeV und Breite  $10^{-14}$  m zu tunneln. Beide Teilchen haben die Energie 3 MeV. Verwenden Sie die Ergebnisse aus Aufgabe 3. und

a) argumentieren Sie qualitativ, welches Teilchen eine größere Erfolgswahrscheinlichkeit hat und

b) berechnen Sie die Durchtrittswahrscheinlichkeiten quantitativ.

*(3 Punkte)*