

Übungsblatt 8 zur PC II, WS 2001/2002

Ausgabe 10.12.2001, Abgabetermin 17.12.2001

1. Die Eigenfunktionen zum Energieoperator $\hat{E} = \frac{\hat{p}^2}{2m}$ sind für ein quantenmechanisches "Teilchen" in einem 1-dimensionalen Kastenpotential der Länge L durch

$$\Psi_E^n = \sqrt{\frac{2}{L}} \cdot \sin\left(\frac{nx\pi}{L}\right)$$

gegeben, wobei $n = 1, 2, 3, \dots$ sein kann. Berechnen Sie jeweils für ein qm-Teilchen in den Zuständen a) Ψ_E^1 , b) Ψ_E^2 und c) Ψ_E^3 die zugehörigen kinetischen Energien.

(1 Punkt)

2. Die Grundzustandswellenfunktion eines Wasserstoffatoms lautet

$$\Psi(r) = \sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} \cdot e^{-\left(\frac{r}{a_0}\right)}$$

wobei a_0 der Bohr'sche Radius ist (52.9 pm).

- a) Zeigen Sie, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sich das Elektron in einer kleinen Kugel mit Radius $2a_0$ um den Kern aufhält, durch den Ausdruck $(1 - 13e^{-4})$ gegeben ist.
- b) Wie groß ist diese Wahrscheinlichkeit, wenn die Kugeloberfläche sich nur im Abstand $r = 2.0$ pm vom Kern befindet?

Hinweis: Das Volumenelement für die Integration im dreidimensionalen Raum ist $d\tau = 4\pi r^2 dr$.

(1 Punkt)

3. Die Gesamtenergie eines Elektrons (mit Impuls \mathbf{p}) im Coulomb-Feld eines Wasserstoffatoms ist gegeben durch

$$E = \frac{\mathbf{p}^2}{2m} - \frac{e^2}{(4\pi\epsilon_0)r}$$

wobei r der Abstand des Elektrons zum Wasserstoff ist. Nehmen Sie an, dass die Unschärfe (Δr) der radialen Koordinate r näherungsweise gegeben sei durch $\Delta r \cong r$ und genauso für den Impuls \mathbf{p} gelte $\Delta \mathbf{p} \cong \mathbf{p}$.

Benutzen Sie die Heisenberg'sche Unschärferelation um eine Abschätzung der Größe und Energie des Wasserstoffatoms im Grundzustand zu erhalten.

(1 Punkt)

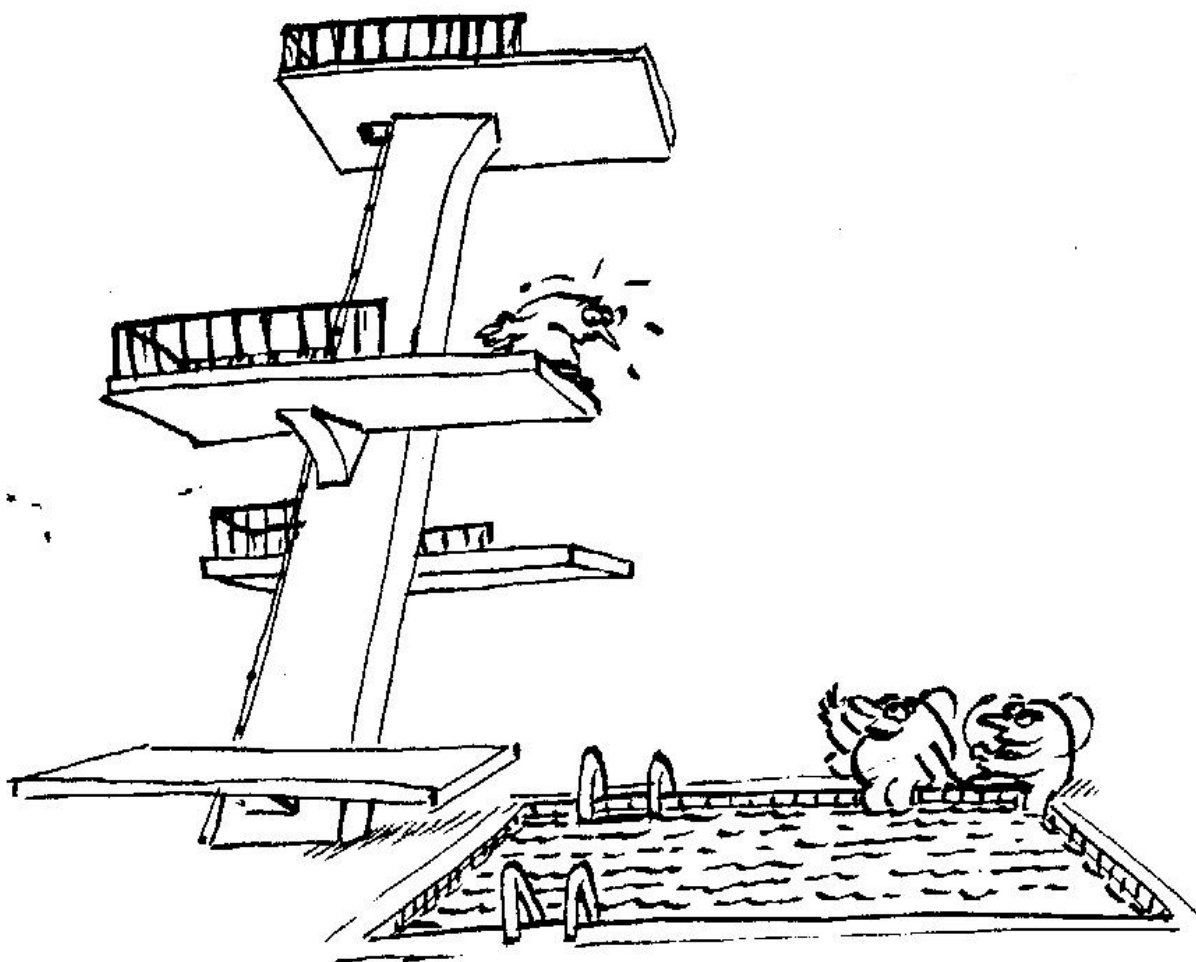
4. Sie wollen im Labor ein Experiment mit polarisiertem Licht durchführen, wobei Ihr Versuchsaufbau horizontal polarisiertes Licht benötigt. Sie haben einen Laser mit vertikal polarisiertem Licht, der allerdings von seiner Konstruktion her nicht gekippt werden kann. Wie viele Polarisatoren müssen Sie mindestens einsetzen, um 70% des Laserlichts mit horizontaler Polarisationsrichtung zu erhalten?

{Hinweis: Nehmen Sie dazu an, dass Sie mit jedem der n Polarisatoren um den gleichen Winkel $\alpha=90^\circ/n$ die Polarisationsrichtung der durchgelassenen Photonen drehen und die Polarisatoren keine zusätzlichen Transmissionsverluste aufweisen.}

(1 Punkt)

Zur Veranschaulichung !

Die wundersame Welt der Atomis



VOR DEM QUANTENSPRUNG SIND DIE ATOMIS
IMMER SEHR AVFGEREGT.

Zeichnung: P. Evers