Physik der Materie I
FSU Jena - WS 2006/2007
- Klausur -

Februar 02, 2008

Aufgabe 01

Berechnen Sie den Impuls p, die Gesamtenergie E und die kinetische Energie E_k für ein freies Teilchen der Masse m und der Geschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{3}{4}}c$.

Aufgabe 02

Der Zusammenhang zwischen der Energie E und dem Impuls p eines freien Teilchens sei gegeben durch $E = ap^3$ (a ist eine Konstante). Wie sieht die dazugehörige Dispersionsrelation $\omega(k)$ aus? Berechnen Sie daraus die Phasengeschwindigkeit v_p, die Gruppengeschwindigkeit v_g und das Verhältnis $\frac{v_g}{v_p}$.

Aufgabe 03

Berechnen Sie für das Bohrsche Wasserstoffatom die Bahnradien r_n und die Geschwindigkeiten v_n. Verwenden Sie dazu das Kräftegleichgewicht von Zentralkraft und Coulombkraft, sowie die Annahme, dass der Betrag des Drehimpulses nur die Werte $n\hbar$ (n ganzzahlig)) annehmen kann. Der Einfachheit halber soll der Kern als unendlich schwer gegenüber dem Elektron betrachtet werden.

Aufgabe 04

Ein Teilchen mit der Masse m befinde sich in einem eindimensionalen Potentialtopf mit der Breite a und unendlich hohen Wänden (d.h. $V(x) = 0$ für $0 \leq x \leq a$ und $V(x) \to \infty$ sonst). Berechnen Sie die Energieeigenwerte. Verwenden Sie dafür die zeitfreie Schrödingergleichung und den Ansatz $\varphi(x) = A\sin(\alpha x) + B\cos(\alpha x)$ und beachten Sie die Randbedingungen.

Aufgabe 05

Welche Wellenlänge muss Licht haben, wenn es ein Elektron aus einer Nickelplatte (Austrittsarbeit Φ) herausschlagen soll und dieses Elektron eine kinetische Energie E_k haben soll?

Aufgabe 06

Ein Teilchen mit dem Gesamtdrehimpuls $\vec{j}$ und dem magnetischen Dipolmoment $\vec{\mu} = b\vec{j}$ (b ist eine Konstante) befindet sich in einem konstanten Magnetfeld $\vec{B}$. Berechnen Sie alle diskreten Werte der Wechselwirkungsenergie für $j = \frac{3}{2}$ (Gesamtdrehimpuls-Quantenzahl).

Aufgabe 07

Die Bindungsenergie des Atomkerns als Funktion der Nukleonenzahl A und der Protonenzahl Z wird relativ gut durch die Bethe-Weizsäcker-Formel

$$E_B(A,Z) = a_V A - a_S A^{2/3} - a_C \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_Z \frac{\left(Z - \frac{A}{2}\right)^2}{A} + a_P \frac{\delta}{\sqrt{A}}$$

mit

$$a_V \approx 16\ MeV\ ,\ a_S \approx 18\ MeV\ ,\ a_C \approx 0.6\ MeV\ ,\ a_A \approx 93\ MeV\ ,\ a_P \approx 11\ MeV$$

und $\delta = 0$ für gu- und ug-Kerne, $\delta = 1$ für gg-Kerne und $\delta = -1$ für uu-Kerne, wiedergegeben. Bestimmen Sie in der Näherung $Z = \frac{A}{2}$ und $\delta = 0$ den stabilsten Kern; d.h für welche Nukleonenzahl A hat $\frac{E_B}{A}$ ein Maximum?