

Aufgabe 1: Bohrsche Quantisierung

- (2 Punkte) Wir betrachten das Rutherford'sche Atommodell, d.h. ein Elektron bewegt sich auf einer Kreisbahn mit Radius  $r$  um den Kern. Das Elektron (mit der Ladung  $e$ ) erfährt dabei eine Coulombanziehung durch die positive Ladung des Kerns ( $Ze$ ). Wir wenden die Bohrsche Quantisierungsregel auf die erlaubten Bahnen an ( $pr = n/\hbar$ ) und nehmen an, daß für jede mögliche Bahn die Zentrifugalkraft die Coulombkraft kompensiert. Berechne die möglichen Bahnen ( $r_n$ ) eines Elektrons um den Kern und die mit diesen Bahnen verbundenen Energien (Energie=Kinetische Energie + Coulombenergie).
- (2 Punkte) Anstatt eines Elektrons im Coulombpotential des Kernes haben Sie jetzt ein Teilchen der Masse  $m$  mit Bahnen vom Radius  $r$  unter dem Einfluss des Potentials des harmonischen Oscillators  $V(r) = m\Omega^2 r^2/2$ . Wenden Sie die Bohrsche Quantisierungsregel an, kompensieren Sie die harmonische Kraft durch die Zentrifugalkraft und berechnen Sie die möglichen Energien des Teilchens.

Aufgabe 2: Compton-Streuung (3.0 Punkte)

Ein Photon mit Frequenz  $\omega$  stößt mit einem Elektron zusammen, das sich ursprünglich in Ruhe befindet. Berechnen Sie die maximale Energie, die das Elektron durch den Stoß gewinnt. Nachdem Sie diese ausgerechnet haben, betrachten Sie den Fall  $\hbar\omega \ll mc^2$  und drücken den maximalen Energiegewinn in erster Ordnung in  $\hbar\omega/mc^2$  aus. Dabei ist  $m$  die Elektronenmasse.

Aufgabe 3: Unschärferelation (3.0 Punkte)

Erinnern Sie sich, daß für einen harmonischen Oszillator die Energie durch  $E = p^2/2m + m\Omega^2 x^2/2$  gegeben ist. Klassisch ist die minimale Energie  $E = 0$ , was  $x = 0$  und  $p = 0$  entspricht. Quantenmechanisch sind die Minima von  $x$  und  $p$  nicht exakt null, sondern haben eine Unschärfe  $\Delta x$  und  $\Delta p$ . Da wir nicht beide Unschärfen gleichzeitig gegen null senken können (wie Sie bereits wissen sollten), liegt das Minimum der Energie nicht bei null. Schätzen Sie diese minimale Energie (auch Grundzustandsenergie genannt) bis auf eine Konstante.