

13) Zeigen Sie das in der Dirac Theorie  $\hat{L}$  und  $\hat{S}$  keine Erhaltungsgrößen sind. Berechnen Sie dazu die Kommutatoren  $[\hat{L}, H]$  und  $[\hat{S}, H]$ . Welche Folgerung ergibt sich daraus für den Gesamtdrehimpuls  $\hat{J} = \hat{L} + \hat{S}$  ?

17) Fundamentale Kern-Teilchen Eigenschaften wie räumliche Ladungs-, Nukleonen-, Quarkverteilungen, werden experimentell durch Messung von Impulsüberträgen  $q$  in Streuexperimenten bestimmt. Die gemessenen Formfaktoren  $F(q)$  müssen mit theoretischen Modellen der räumlichen Verteilungen verglichen werden. Berechnen Sie folgende radialen Formfaktoren:

a) Punktförmige Ladungsverteilung:  $\rho(r) = \frac{\delta(r)}{2\pi}$

b) Exponentielle Ladungsverteilung:  $\rho(r) = \frac{a^3}{8\pi} \exp(-ar)$

c) Yukawa Potential:  $V(r) = \frac{g}{r} \exp(-\lambda r)$

( $g$  = Kopplungskonstante,  $\lambda$  = Compton Wellenlänge des  $\pi$ -Mesons)

d) Homogen geladene Kugel:  $\rho(r) = c \quad r \leq R$   
 $\rho(r) = 0 \quad r > R$

18) In einem Neutronengenerator treffen Deuteronen mit einer Energie von 100 keV und einer Eingangsintensität  $I_d = 1$  nA (MED-Austron) auf ein senkrecht zum Strahl stehendes Tritiumtarget, das eine Flächenbelegungsdichte von  $0.2$  mg/cm<sup>2</sup> hat. Der mikroskopische Wirkungsquerschnitt ist 8 barn bei dieser Energie. Die Emission der Neutronen ist in guter Näherung isotrop. Wie viele Neutronen treffen auf ein  $10 \times 10$  cm<sup>2</sup> großes Target, das sich im Abstand von 5 m hinter dem Produktionstarget befindet?