1. Zeige, dass

$$\frac{1}{(2\pi\hbar)^3} \int d^3p \exp\{-p^2/2mkT\} = \frac{1}{\lambda^3},$$

wobei $\lambda = 2\pi\hbar/\sqrt{2\pi mkT}$ die thermische Wellenlänge ist.

2. (a) Ist ${}^4\text{He}$ ein Bose-Gas? ${}^3\text{He}$?
 (b) Bei welcher Temperatur werden die Unterschiede in der Statistik bedeutend? Untersuche die Frage für eine Dichte von 0.14g/cm^3 (flüssiges Helium).
 (c) Bildet der Sauerstoff der Atmosphäre ein dünnes Quantengas? Die Leitelektroden eines Metalles? Die Elektronen und Protonen im Zentrum der Sonne?
3. Betrachte die zwei Elektronen eines He-Atom (ohne Wechselwirkung), welche zwei unterschiedliche räumliche Wellenfunktionen $\phi_{100}(x)$ und $\phi_{200}(x)$ einnehmen.
 (a) Konstruiere die möglichen vier antisymmetrischen Wellenfunktionen, indem du die räumlichen und die Spin-Wellenfunktionen entsprechend kombinierst.
 (b) Gib für jeden Zustand den Gesamtspin S und die z -Komponente s_z des Spins an.
4. Betrachte die relativistische Energie-Impuls-Beziehung $\epsilon_{\vec{p}} = \epsilon_p = \sqrt{m^2c^4 + c^2p^2}$ und vereinfache die Beziehung
 (a) im hoch-relativistischen Limes $cp \gg mc^2$,
 (b) im nicht-relativistischen Limes $mc^2 \gg pc$.