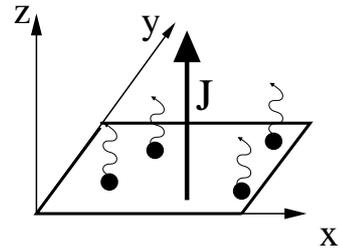


Aufgabe 1 (5 Punkte)

Wir wollen einen metallische Körper betrachten, dessen Oberfläche in der $z = 0$ liegt und der auch im Bereich $z < 0$ ausgedehnt ist. Wir nehmen dabei an, daß die Elektronen des Metalls ein ideales freies Fermigas bilden. Die Elektronen können das Metall durch die Oberfläche verlassen, indem sie von $z < 0$ zu $z > 0$ wandern. Um das zu tun, müssen sie aber die Potentialbarriere W überwinden. Bei endlichen Temperaturen tritt die sogenannte Thermoemission auf, weil es Elektronen gibt mit Energien, die grösser als W sind. Der Elektronenstrom durch die Oberfläche ist gegeben durch

$$J = \sum_{\vec{v}} e \frac{n_{\vec{v}}}{V} v_z,$$

wobei e die Elementarladung ist, V das Volumen und $n_{\vec{v}}$ die Zahl der Elektronen mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = \{v_x, v_y, v_z\}$. (Hinweis: Wegen der Barriere können nur Elektronen mit hinreichend grosser Geschwindigkeit $v_z \geq v_z^{\text{krit}}$ das Metall verlassen.)



Berechnen Sie den Thermoemissionsstrom J für

- $T \ll T_F$, wobei T_F die Fermi Temperatur ist. Nehmen Sie in der Rechnung an, daß $W - \epsilon_F \gg k_B T$ gilt, wobei ϵ_F die Fermi Energie ist.
- das klassische Regime $T \gg T_F$, in dem die Fermi-Statistik durch die Boltzmann-Statistik angenähert werden kann.

Aufgabe 2 (5 Punkte)

Betrachten Sie nun ein zwei-dimensionales Gas von N Bosonen ohne Spin. Nehmen Sie an, daß diese das normale Spektrum für nicht-relativistische freie Teilchen ($\epsilon_{\vec{p}} = p^2/2m$) haben, aber daß dazu noch ein gebundener Zustand mit der negativen Energie $\epsilon_B = -\Delta$ existiert. (Hinweis: weil dieses extra Niveau jetzt das niedrigste Einteilchenniveau ist, müssen sie jetzt den diesem Niveau entsprechenden Term von der Summe separieren.)

- Finden Sie die Gleichung $N = N(\mu)$, die die Abhängigkeit der Zahl der Teilchen N vom chemischen Potential μ beschreibt.
- Finden Sie heraus, ob in diesem System Bose-Einstein Kondensation auftritt. Falls ja, leiten Sie die Gleichung $N = N(T_c)$ her, die die kritische Temperatur T_c bestimmt.