

Übungen zu T4 Statistische Physik im SS 2013

Aufgabe 50

Berechnen Sie für ideale Quantengase die Schwankung des Besetzungszahloperators \hat{v}_j und drücken Sie diese durch die mittlere Besetzungszahl \bar{v}_j aus.

Aufgabe 51

Die Energiestromdichte eines Photonenstrahls (= lokal ebene elektromagnetische Welle) mit Energiedichte η und Ausbreitungsrichtung \vec{n} ist $\vec{S} = c\eta\vec{n}$. Berechnen Sie damit den Gesamtenergiefluss P durch eine kleine (aber beugungsfreie) Öffnung eines auf Temperatur T aufgeheizten Hohlraums mit Flächeninhalt A , indem Sie zunächst den Fluss in ein Raumwinkelement $d\Omega$ um eine Richtung \vec{n} darstellen und dann über die halbe Kugel integrieren. Bringen Sie das Resultat in die Form $P = \sigma AT^4$ und bestimmen Sie damit die *Stefan-Boltzmann-Konstante* σ .

Aufgabe 52

Das Resultat aus Aufgabe 51 gilt auch für die Oberfläche eines idealen Absorbers = *schwarzen Strahlers*. Die von der Sonne auf den subsolaren Punkt der Erde einfallende mittlere Energiestromdichte beträgt ohne Berücksichtigung atmosphärischer Verluste ca. 1360 W/m^2 (Solarkonstante K). Davon wird ein Anteil $\alpha = 0,3$ (Albedo) reflektiert. Nehmen Sie an, dass der Rest von der Erde zur Gänze absorbiert und als schwarze Strahlung wieder emittiert wird. Mitteln Sie über die gesamte Erdoberfläche und berechnen Sie mit Hilfe von 51 die Temperatur T_E dieser Strahlung. (Warum weicht diese Temperatur von der tatsächlichen mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche ab?)

Aufgabe 53

Es ist sinnvoll, der schwarzen Strahlung eine Entropiestromdichte $\vec{j}_S = \frac{4}{3T}\vec{S}$ zuzuordnen - versuchen Sie das zu begründen. Die Sonne ist in guter Näherung ein schwarzer Strahler mit Temperatur 5760 K . Berechnen Sie daraus und mit K , T_E aus Aufgabe 52 die *Entropieproduktionsrate* = Differenz aus mittlerer einfallender und mittlerer abgestrahlter Entropiestromdichte. Geben Sie das Resultat in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ und in $\text{bit}/(\text{m}^2\text{s})$ an. Wie groß ist das Verhältnis der mittleren Zahl der auslaufenden zu derjenigen der einfallenden Photonen?

Aufgabe 54

Bestimmen Sie für ein ideales Bosegas mit Spin 0 die kritische Kurve im p - v -Diagramm, die das Kondensationsgebiet begrenzt.

Aufgabe 55

Bestimmen Sie für das Gas aus Aufgabe 54 die Isothermen im p - v -Diagramm. Sind sie in den Schnittpunkten mit der kritischen Kurve differenzierbar?

Aufgabe 56

Stellen Sie für ein Metall mit Massendichte ρ und Zahl der Valenzelektronen z_v eine Formel für die Dichte n der Leitungselektronen auf und wenden Sie sie auf Aluminium mit $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$ an. Berechnen Sie damit die Fermi-Energie von Aluminium.