

- ① Gegeben sei ein ultrarelativistisches Gas aus N masselosen, nicht-wechselwirkenden Teilchen in einem Volumen V . Jedes Teilchen hat die Energie-Impuls Beziehung $H = cp$ (c - Lichtgeschwindigkeit, p - Betrag des Impulses). Berechnen Sie mit Hilfe der kanonischen Gesamtheit
- die freie Energie F und
 - die thermische Zustandsgleichung dieses Gases.
 - Welche nicht mit der Relativitätstheorie verträgliche Annahme haben Sie bei der Berechnung der Zustandssumme verwendet?
- ② Gegeben sei ein System von N gleichen quantenmechanischen wechselwirkungsfreien harmonischen Oszillatoren.
- Berechnen Sie die Zustandssumme Z unter Verwendung der kanonischen Gesamtheit!
 - Berechnen Sie die freie Energie F !
 - Berechnen Sie die Entropie S und die kalorische Zustandsgleichung!
 - Berechnen Sie die Wärmekapazität für die Grenzfälle $T \rightarrow 0$ und $T \rightarrow \infty$!