Übungen zur Physik III (WS 1999/2000)

Blatt 3

Aufgabe 3.1 (15 Punkte): Fourierreihe

Wiederholen Sie die Aufgaben 8.2 und 8.3 aus dem Sommersemester und berechnen Sie dann die Fourierreihe (d.h. die Entwicklung nach den Funktionen $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{inx}, n \in \mathbb{Z}$ der Funktion f, die durch

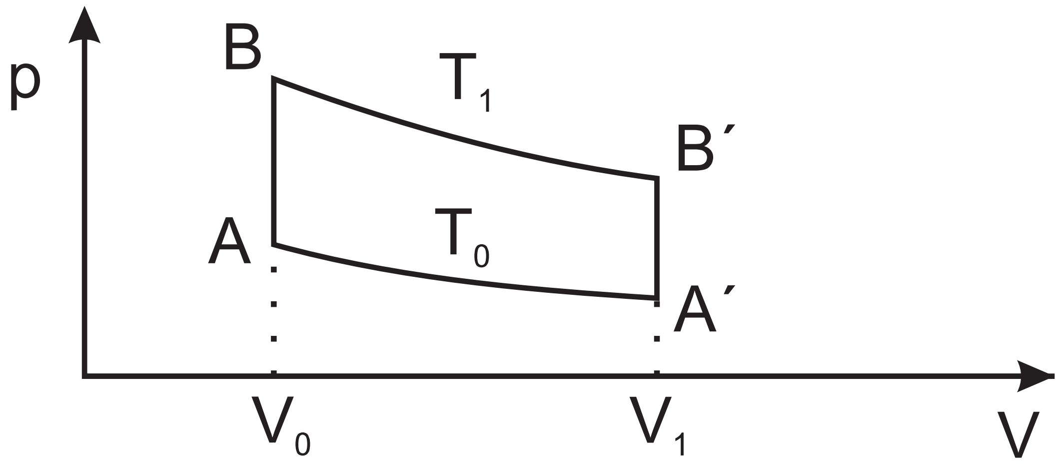
$$f(x) := \begin{cases} -a & : \quad -\pi \leq x \leq 0 \\ a & : \quad 0 < x \leq \pi \end{cases} .$$

definiert ist! Berechnen Sie aus Ihrem Ergebnis auch die Entwicklung nach den Funktionen $\cos(nx)$ und $\sin(nx), n \in \mathbb{N}$!

Aufgabe 3.2 (): Multipolentwicklung

Berechnen Sie das Monopol-, Dipol- und das Quadrupolmoment eines homogen geladenen Zylinders der Länge h, Radius a und Ladungsdichte ρ_0 bzgl. eines Koordinatensystems, dessen z-Achse mit der Symmetrieachse des Zylinders übereinstimmt!

Aufgabe 3.3 (15 Punkte): Wärmekraftmaschiene (Sterling)



Ein ideales Gas durchlaufe folgenden Kreisprozess: $A \triangleright B, B' \triangleright A', isochor; B \triangleright B', A' \triangleright A, isotherm$; Berechne die geleistete Arbeit und den Wirkungsgrad !

Aufgabe 3.4 (): Van der Waals Gas

a) Wie hängen am kritischen Punkt T, V und p von a und b ab ?

b) Berechnen Sie $\left(\frac{dU}{dV}\right)_{isotherm}$!

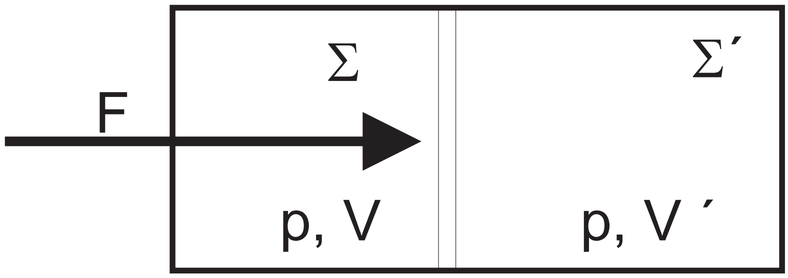
Aufgabe 3.5 (): Entropieänderung

a) Ein ideales Gas sei in einem Zylinder mit beweglichem Kolben eingeschlossen. Der Kolben komprimiere das Gas so langsam, daß die Temperatur des Gases bei $T = 20.0^oC$ verbleibt, wobei eine Arbeit von von 730 J am Gas verrichtet wird. Berechnen Sie die Änderung der Entropie des Gases.

b) Der Kolben bewege sich nun wieder bei gleichbleibender Temperatur in die andere Richtung und kommt beim dreifachen Volumen des komprimierten Zustands zum Stillstand. Berechnen Sie auch für diesen Fall die Entropieänderung. ($m_{Gas} = 1.5\ g$ mit $M = 28\ \frac{kg}{kmol}$)

c) Eine Äquivalente Definition der Entropie ist $S = k_b \ln P$, wobei P die Wahrscheinlichkeit eines Zustands ist. Berechnen Sie die Änderung der Entropie für ein System aus drei Münzen, welches vom Zustand „dreimal Zahl“ zum Zustand „zweimal Zahl“ wechselt.

Aufgabe 3.6 (): Druckausgleich über mechanischen Kontakt



Gegeben sind zwei verschiedene ideale Gase in den Anfangszuständen p_0, V_0 bzw. ${p'}_0, {V'}_0$. Die Einzelsysteme sind über einen beweglichen Kolben im mechanischen Kontakt.

a) Die Einzelsysteme seien thermisch isoliert. Um welchen Betrag ändert sich V bei einem quasistatischen Druckausgleich? Welche Arbeit wird hierbei gewonnen? Entwickeln Sie für kleine Druckunterschiede alle Größen nach der Volumenänderung ΔV des Systems Σ (in niedrigster Ordnung).

b) Zeigen Sie, daß für den Gleichgewichtszustand des Gesamtsystems die innere Energie ein Minimum besitzt !

c) Die Einzelsystem seien nun im Kontakt mit einem gemeinsamen Temperaturreservoir. Um welchen Betrag würde sich nun V beim Druckausgleich ändern und welche Arbeit würde gewonnen werden?

Viel Erfolg!

(Physik III im Netz: `http://pauli.uni-muenster.de/~schnetm/physik3.html`. Abgabe der Lösungen nächsten Mittwoch zwischen 10^{00} und 12^{30} im Kasten vor Raum 406, Institut für theoretische Physik 1.)