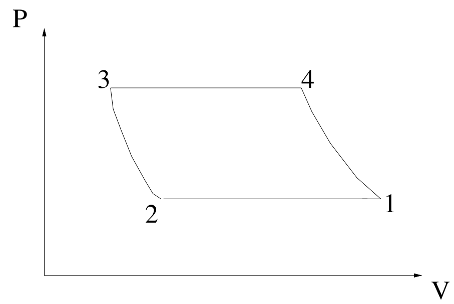
Aufgabe 1 (4 Punkte)

Wir wollen ein ideales Gas betrachten, das den thermodynamischen Kreisprozess, der auf dem Bild abgebildet ist, durchläuft (der Claude Prozess). Dieser enthält die folgenden reversiblen Prozesse: $1 \to 2$ (bei konstantem Druck), $2 \to 3$ (bei konstanter Temperatur), $3 \to 4$ (wieder bei konstantem Druck) und $4 \to 1$ (bei konstanter Entropie). Benutzen Sie im Folgenden, dass $C_V = 3k_B N/2$ gilt und $C_P = \gamma C_V$, sowie $\gamma = 5/3$.



- Drücken Sie die Entropie eines idealen Gases als Funktion von (V, T), (P, V) und (P, T) aus. Das wird hilfreich sein für den Rest der Aufgabe.
- Skizzieren Sie den Kreisprozess im $T - S$ Diagramm. Diskutieren Sie, was Sie tun.
- Zeigen Sie mit einem einfachen Argument, dass die Fläche im Kreisprozess (sogar in jedem Kreisprozess) in den $P - V$ und $T - S$ Darstellungen gleich ist.
- Berechnen Sie die zugeführte/abgeführte Wärme in jedem Schritt des Prozesses. Drücken Sie die Resultate hier und auch im Folgenden als Funktion der drei Temperaturen des Kreisprozesses aus.
- Berechnen Sie die vom Gas geleistete Arbeit in jedem Schritt des Prozesses. Kontrollieren Sie, dass die Gesamtarbeit der Gesamtwärme entspricht.
- Was ist die Effizienz des Kreisprozesses?

Aufgabe 2 (3 Punkte)

Gegeben sei ein Gitter mit N_0 Gitterplätzen. Es befinden sich $N \leq N_0$ Teilchen im Gitter. Jeder Gitterplatz kann mit maximal einem Teilchen mit der Bindungsenergie u gefüllt sein. Nimmt man an, dass sich die N_0 Plätze auf einer Oberfläche befinden, so gibt das für $u < 0$ ein einfaches Modell der Adsorption. Die Energie der N Teilchen im Gitter ist dann gegeben durch $E = Nu$.

- Es gibt mehr als einen Weg, N Teilchen auf N_0 Plätze zu verteilen. Die Energieeigenzustände sind also entartet. Berechnen Sie den Entartungsgrad.
- Berechnen Sie die grosskanonische Zustandssumme.

- Finden Sie die durchschnittliche Anzahl $\langle N \rangle$ von Teilchen im Gitter bei der Temperatur T.
- Was ist das chemische Potential $\mu(\rho)$ als Funktion der mittleren Besetzung $\rho \equiv \langle N \rangle / N_0$?
- Was ist ρ für $u = 0$, $u \gg 0$, $u \ll 0$? Wie interpretieren Sie das Ergebnis physikalisch?
- Skizzieren Sie $\rho(u)$ für sehr grosse und für sehr kleine Temperaturen.

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Betrachten Sie ein klassisches eindimensionales Gas von $N \gg 1$ Teilchen bei der Temperatur T. Die Teilchen bewegen sich auf einer Linie der Länge L, und wir wollen annehmen, dass sie harte Kugeln mit dem Durchmesser b sind, sie können also nicht durcheinander hindurch. Dadurch wird das effektive "Volumen" reduziert (also hier die effektive Länge, weil das System eindimensional ist!).

- Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme.
- Finden Sie die freie Helmholtz Energie.
- Kalkulieren Sie die interne Energie.
- Geben Sie die Zustandsgleichung an.