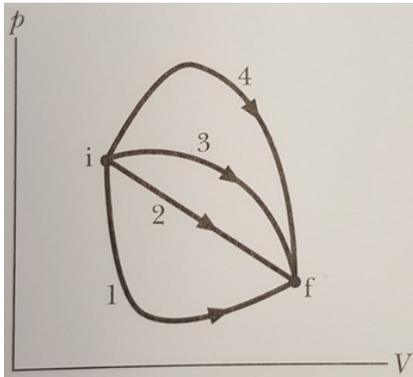


p-V-Diagramme. Die Abbildung unten zeigt vier Wege in einem p-V-Diagramm, entlang derer ein ideales Gas von einem Anfangszustand i zu einem Endzustand f gebracht wird. Ordnen Sie die Wege (von groß nach klein) nach

- der Änderung der inneren Energie ΔU
- der vom Gas geleisteten Arbeit W
- dem Betrag der als Wärme übertragenden Energiemenge $|Q|$



Lösung:

1. Die Änderung der inneren Energie ΔU hängt nur von den Anfangs- und Endpunkten ab (siehe unten). Diese sind für alle 4 Wege gleich, somit

$$\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3 = \Delta U_4$$

Die innere Energie eines idealen Gases ist gegeben durch

$$E_{\text{kin}} = 3/2 \cdot N \cdot k_B \cdot T$$

hängt also nur von der Teilchenzahl und Temperatur ab. Durch die Zustandsgleichung $p \cdot V = N \cdot k_B \cdot T$ wissen wir, dass Punkte mit gleichem p und V der gleichen inneren Energie entsprechen müssen.

2. Die geleistete Arbeit wird durch die Fläche unter der Kurve im pV-Diagramm gegeben. Daher gilt:

$$|W_4| > |W_3| > |W_2| > |W_1|$$

3. Nach dem 1. Hauptsatz gilt $\Delta U = W + Q$

Somit muss mit den Ergebnissen der letzten Teilaufgabe gelten

$$|Q_4| > |Q_3| > |Q_2| > |Q_1|$$

Bemerkung zu den Vorzeichen:

Der Endzustand ist hier bei größerem Volumen als der Anfangszustand.

Somit ist $\Delta V > 0$, das Gas expandiert und verrichtet Arbeit. Nach der

Vorzeichenkonvention des 1. Hauptsatzes wird Arbeit vom System abgeführt: $W < 0$.

Dabei wird Wärme dem System (Gas) zugeführt, d.h. $Q > 0$.