INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

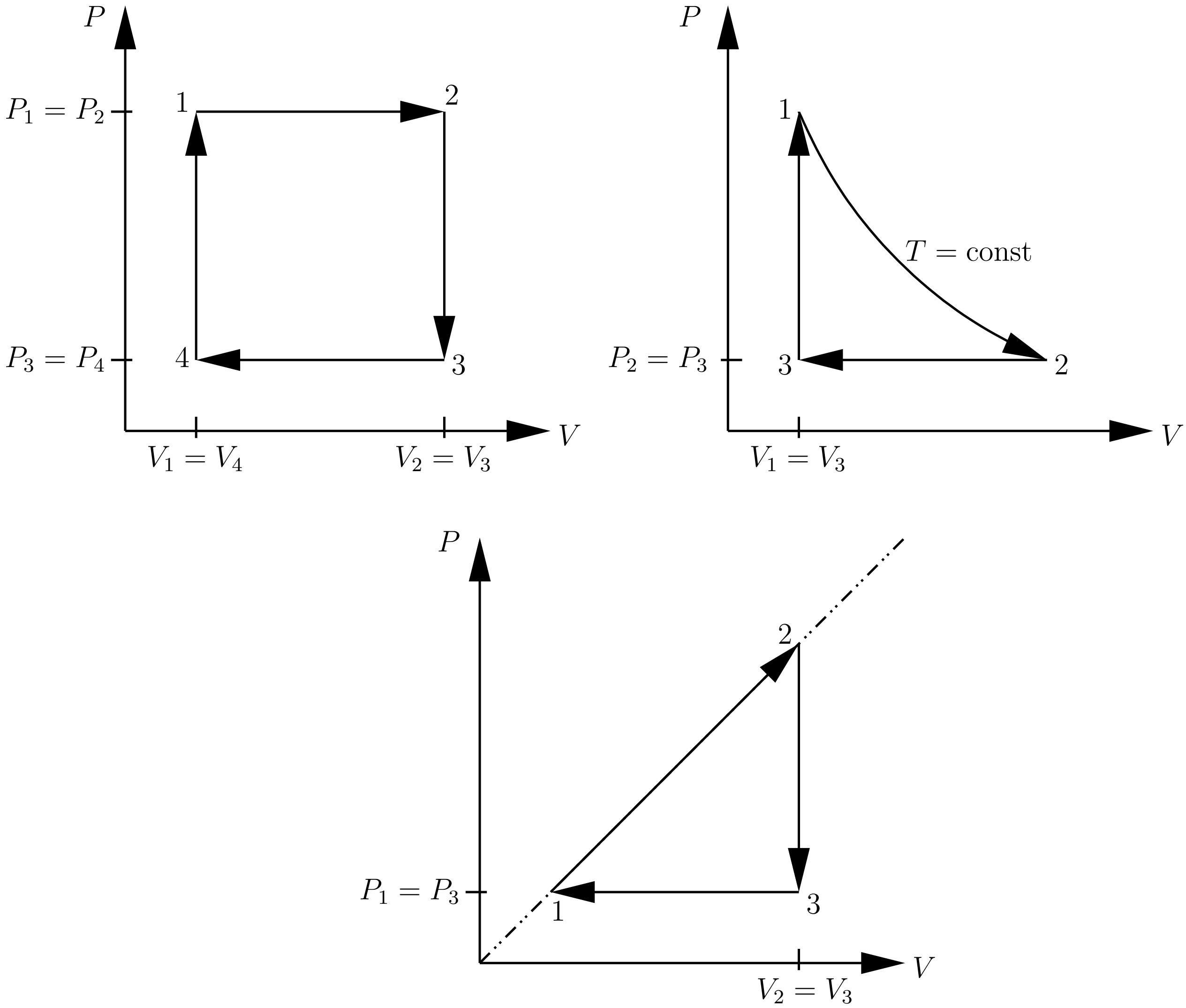
Prof. Dr. U. Motschmann
Dipl.-Phys. S. Simon

Thermodynamik und Statistische Mechanik — WS 2004/2005

22. Übungsblatt — Abgabe: keine

Fragen zu den Übungsaufgaben: S. Simon, Raum A317, Tel. 391-5187, sven.simon@tu-bs.de

73. **Kreisprozesse**
Betrachten Sie die folgenden Kreisprozesse mit einem idealen Gas als Arbeitsmedium.



Berechnen Sie jeweils für *jeden einzelnen Schritt* die Änderungen δQ, δW und $\mathrm{d}U$. Nutzen Sie diese Informationen zur Bestimmung des Wirkungsgrades.

Rückseite beachten! ⟶

74. **Adiabatengleichung für thermische Strahlung**
Die Zustandsgleichungen für thermische Strahlung sind durch

$$U = \alpha V T^4 \qquad \text{und} \qquad pV = \frac{1}{3}U$$

gegeben. Mit α wird eine Konstante bezeichnet.

(a) Bestimmen Sie die Adiabatengleichung in den Variablen V und p bzw. V und T.

(b) Zeigen Sie am konkreten Beispiel: Die Differentialgleichung $\delta Q = 0$ ist *nicht* exakt, und $1/T$ stellt einen geeigneten integrierenden Faktor dar (vgl. Aufg. 25).

(c) Bestimmen Sie die Wärmekapazität C_V.

75. **Kritischer Punkt**
Es sollen die kritischen Größen zweier Gase bestimmt werden.

(a) Bestimmen Sie die kritischen Größen T_c, V_c und p_c für das *Clausius-Gas*. Dessen thermische Zustandsgleichung ist durch

$$\left(p + \frac{A}{T(V+C)^2}\right)(V - B) = NkT$$

gegeben. Untersuchen Sie, ob sich die Zustandsgleichung in den reduzierten Variablen $\tilde{p} = p/p_c$, $\tilde{V} = V/V_c$ und $\tilde{T} = T/T_c$ so schreiben läßt, daß diese materialunabhängig wird.

(b) Verfahren Sie analog für ein Gas, dessen Zustandsgleichung durch

$$p = -\frac{kT}{b}\ln\left(1 - \frac{b}{v}\right) - \frac{a}{v^2}$$

mit $v = V/N$ gegeben ist.

76. **Bose-Gas**
Wir betrachten ein Gas aus Bosonen mit Spin $s = 0$. Leiten Sie die Beziehung

$$\boxed{\frac{pV}{\tau} = -\ln(1-\sigma) + \frac{V}{\lambda^3}\, g_{5/2}(\sigma)}$$

her. Es gilt:

$$\sigma = \exp\left(\frac{\mu}{\tau}\right) \quad , \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2\pi m \tau}} \quad \text{und} \quad g_{5/2}(\sigma) = -\frac{4}{\sqrt{\pi}}\int_0^\infty \mathrm{d}x\, x^2 \ln\left(1 - \sigma \exp\left(-x^2\right)\right) \quad .$$

Die Energieskala wurde so gewählt, daß $\epsilon = 0$ dem energetisch tiefsten Zustand entspricht.