ÜBUNGSBLATT 1 ZU
THERMODYNAMIK UND STATISTISCHE MECHANIK

Prof. Günter Sigl
II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg
Luruper Chaussee 149
D-22761 Hamburg
Germany
email: guenter.sigl@desy.de
tel: 040-8998-2224

Abgabetermin: 26.10.2015 vor den Übungen

1. (3 Punkte) Gegeben sei das Vektorfeld $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = (z^3, 2xy^2, xyz)$ definiert als Funktion des Ortsvektors $\mathbf{r} = (x, y, z)$. Berechnen Sie das Kurvenintegral $\int_\mathcal{C} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$ entlang des Weges $y(x) = x^2$, $z(x) = \frac{1}{2}x^3$ von $\mathbf{r}_A = (0, 0, 0)$ nach $\mathbf{r}_B = (1, 1, \frac{1}{2})$.

2. (6 Punkte) Gegeben sei das Vektorfeld $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = (2xy + 4, x^2 + 2)$ definiert als Funktion des Ortsvektors $\mathbf{r} = (x, y)$ auf der zweidimensionalen Ebene.

   a) Berechnen Sie das Kurvenintegral $\int_\mathcal{C} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$ von $\mathbf{r} = (0, 0)$ nach $\mathbf{r} = (1, 1)$ entlang folgender zweier Wege:

   $\mathcal{C}_1$: Direkte Gerade von $\mathbf{r} = (0, 0)$ nach $\mathbf{r} = (1, 1)$.

   $\mathcal{C}_2$: zunächst Gerade von $\mathbf{r} = (0, 0)$ nach $\mathbf{r} = (0, 1)$, dann Gerade von $\mathbf{r} = (0, 1)$ nach $\mathbf{r} = (1, 1)$.

   b) Hängen die Kurvenintegrale über $\mathbf{F}$ vom Weg $\mathcal{C}$ ab ?

   c) Ist $\mathbf{F}$ ein Gradientenfeld ? Wenn ja, geben Sie eine Skalarfunktion f an, so dass $\boldsymbol{\nabla} f = \mathbf{F}$.

bitte wenden

3. (8 Punkte) Kinetische Theorie des idealen Gases:

a) Zeigen Sie daß für ein ideales Gas bestehend aus einer Sorte von N Molekülen der Masse m, die man sich wie kleine Billardkugeln ohne gegenseitige Wechselwirkung vorstellen kann, die Relation

$pV = \frac{1}{3}mN\left\langle v^2\right\rangle = \frac{2}{3}N\left\langle \epsilon_{\mathrm{kin}}\right\rangle$

für Druck p und Volumen V gilt, wobei $\langle \epsilon_{\mathrm{kin}}\rangle$ die mittlere kinetische Energie pro Teilchen und $\mathbf{v}$ die Teilchengeschwindigkeit sind. Hinweis: Berechnen Sie die Rate der Impulsübertragung auf die Wand des Behälters die von der fortwährenden Reflexion der Teilchen herrührt.

b) Berechnen Sie hieraus die isochore und isobare Wärmekapazität C_V bzw. C_p mit Hilfe der idealen Gasgleichung.

c) Das Gas dehne sich von einem Volumen V_1 zu einem Volumen $V_2 > V_1$ aus, wobei im Anfangszustand mit Volumen V_1 die Temperatur T_1 betrage. Berechnen Sie den zum Volumen V_2 gehörigen Druck p_2 sowie die vom Gas verrichtete Arbeit W für isotherme Expansion, $T = T_1$ =const. als Funktion von N, T_1, V_1 und V_2.

d) Bestimmen Sie sodann Druck p_2 und Temperature T_2 sowie die verrichtete Arbeit für adiabatische Expansion vom Volumen V_1 zum Volumen V_2, d.h. wenn das System während der Expansion isoliert ist und daher keine Wärme ausgetauscht wird.