

Übungen zur Physik II

Vorlesung: Prof.Dr. Tilmann Kuhn, Prof.Dr. Cornelia Denz

Übungen: Dr. Karol Kovařík, Dr. Lew Classen

Blatt 2

Abgabe: 10.04.19
 Besprechung: 15. oder 16.04.19

Aufgabe 5: Vollständiges Differential

(10 Punkte, schriftlich)

Bei thermodynamischen Prozessen sind die geleistete Arbeit und die umgesetzte Wärme im Allgemeinen nicht nur vom Anfangs- und Endzustand des Systems abhängig, sondern auch von der Art der Prozessführung. Mathematisch bedeutet dies, dass die infinitesimalen Änderungen der Arbeit δW und der Wärme δQ keine vollständigen (totalen) Differentiale sind. In dieser Übungsaufgabe sollen die Eigenschaften von vollständigen und unvollständigen Differentialen genauer betrachtet werden.

- (a) (1 Punkt) Berechnen Sie für die Funktion $f(x, y) = 3x^2y^3 + 2y^2$ das vollständige Differential

$$df(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} dx + \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} dy := \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_y dx + \left. \frac{\partial f}{\partial y} \right|_x dy$$

- (b) (1 Punkt) Gegeben sei das Differential $\delta f(x, y) = a(x, y) dx + b(x, y) dy$. Welche Bedingungen müssen $a(x, y)$ und $b(x, y)$ erfüllen, damit δf ein vollständiges Differential ist?

- (c) (4 Punkte) Überprüfen Sie für die Differentiale $\delta f(x, y)$:

(i) $\delta f = y dx + x dy$

(iii) $\delta f = 2xy dx$

(ii) $\delta f = y dx - x dy$

(iv) $\delta f = x^2 dx$

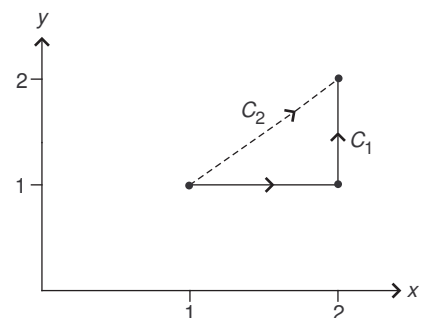
ob es sich um vollständige Differentiale handelt. Berechnen Sie gegebenenfalls $f(x, y)$.

- (d) (4 Punkte) Sei $I = \int_{(x_0, y_0)}^{(x_1, y_1)} \delta f = \int_{(x_0, y_0)}^{(x_1, y_1)} \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}$ das In-

tegral entlang eines Weges C , der vom Punkt (x_0, y_0) zum Punkt (x_1, y_1) führt. Dabei sei $\vec{F}(\vec{r})$ das Vektorfeld $\vec{F}(\vec{r}) = (a(x, y), b(x, y))$. Prüfen Sie für

(i) $\delta f = (x^2 - y) dx + x dy$

(ii) $\delta f = \frac{1}{x^2} \{ (x^2 - y) dx + x dy \}$



ob das jeweilige Integral vom Weg abhängt. Bestimmen Sie für beide Differentiale das Integral I entlang der Wege C_1 und C_2 , die von $(1, 1)$ nach $(2, 2)$ führen.

Aufgabe 6: Naturkonstanten in der Küche

(10 Punkte, mündlich)

Für diesen Versuch benötigen Sie ein Smartphone mit **Drucksensor**¹. Die Aufgabe kann in Gruppen bis zu 5 Personen bearbeitet werden.

Achtung: Smartphones vertragen typischerweise bis zu $\sim 45^\circ\text{C}$. Stellen Sie sicher, dass Sie Ihr Gerät nicht höheren Temperaturen aussetzen.

Bestimmen Sie mit Ihrem Smartphone und gegebenenfalls weiteren Hilfsmitteln

- (a) (5 Punkte) den **absoluten Nullpunkt** der Temperatur (auf der Celsius-Skala), und
- (b) (5 Punkte) die **universelle Gaskonstante** R .

Erläutern Sie Ihr Vorgehen und die zugrundeliegenden Annahmen. Vergleichen Sie Ihre Werte auch mit den Literaturwerten und diskutieren Sie mögliche Quellen für Abweichungen. Wie könnte Ihr Versuchsdesign weiter verbessert werden?

Tipps: Dinge die Sie im Haushalt finden, wie z.B. Kochtöpfe, Wasserkocher, Einmachgläser und Thermometer, können hier hilfreich sein. Für die Bestimmung der Gaskonstanten macht es Sinn sich zur Dichte von Luft, den molaren Massen ihrer Bestandteile oder dem molaren Normvolumen zu informieren.

¹Drucksensoren sind **nicht in jedem Handy** verbaut. Überprüfen Sie bitte rechtzeitig ob Ihr Gerät über diesen Sensor verfügt. Falls das nicht der Fall sein sollte, können Sie sich einer Gruppe mit Drucksensor anschließen oder den Versuch mit einem der Vorlesungshandys durchführen.