

# Übungen zu Physik I, Präsenzübung 1

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos

Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn

13./14. Oktober 2009

## [P1] Abschätzungen

- (a) Wie lange braucht man etwa, um ein mal zu Fuß die Erde zu umrunden?
- (b) Wie viel Benzin verbrauchen die Autos in Deutschland etwa im Jahr?
- (c) Wie schnell muss ein Airbag aufgeblasen sein, um bei 100km/h und einer Knautschzone von 1 m rechtzeitig den Aufprall zu lindern?

## [P2] Bewegung in einer Dimension

Eine Straßenbahn pendelt auf einer Strecke mit 3 Stationen. Zeichne qualitativ das Orts-Zeit, Geschwindigkeits-Zeit und das Beschleunigungs-Zeit-Diagramm.

## [P3] Vektorzerlegung

Ein Vektor  $\vec{v}$  lässt sich eindeutig zerlegen in die Projektion  $\vec{v}_{\parallel}$  auf einen Einheitsvektor  $\vec{e}$  und einen dazu orthogonalen Teil  $\vec{v}_{\perp}$ . Dazu definiert man

$$\vec{v}_{\parallel} = (\vec{v} \cdot \vec{e})\vec{e}; \quad \vec{v}_{\perp} = \vec{v} - \vec{v}_{\parallel}.$$

Offenbar gilt dann  $\vec{v} = \vec{v}_{\parallel} + \vec{v}_{\perp}$ . Veranschauliche die Zerlegung durch eine Skizze. Zeige, dass  $\vec{v}_{\perp}$  orthogonal auf  $\vec{e}$  steht. Sei  $\vec{v} = (1, 2, 3)$ . Gebe die Zerlegung an für  $\vec{e} = (0, 1, 0)$  und  $\vec{e} = \frac{1}{5}(3, 0, 4)$ .

## [P4] Kronecker-Symbol

Das Kronecker-Symbol ist definiert als

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{wenn } i = j \\ 0 & \text{wenn } i \neq j \end{cases}$$

- (a) Schreibe das Skalarprodukt zweier Vektoren mit Hilfe des Kronecker-Symbols.
- (b) Berechne  $\sum_{i=1}^3 \delta_{ii}$  und  $\sum_{j=1}^3 \delta_{ij}\delta_{jk}$ .
- (c) Es seien  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$  Vektoren. Schreibe die folgenden Ausdrücke in Vektornotation:

$$\sum_{i,j=1}^3 \delta_{ij} a_i b_k c_j \quad \text{und} \quad \sum_{i,j,k,l=1}^3 a_i \delta_{kl} b_l c_j \delta_{jk} d_i$$

*Tipp:* Eine Summation über einen Index, der in einem Kronecker-Symbol vorkommt, lässt sich, zusammen mit diesem, eliminieren. Dabei ersetzt man den Index im ganzen Ausdruck durch den anderen Index des Kronecker-Symbols. Zum Beispiel wird in  $\sum_{j=1}^3 \delta_{ij} c_j$  das  $\delta_{ij}$  und die Summation gestrichen und im Rest  $j$  durch  $i$  ersetzt:  $c_i$ .

## [P5] Bergbesteigung

Wir machen einen Ausflug in den Harz und wollen einen Berg besteigen, dessen Höhenprofil durch

$$h(x, y) = H e^{-\frac{(x-\bar{x})^2 + (y-\bar{y})^2}{2B^2}}$$

gegeben ist, wobei  $H, \bar{x}, \bar{y}, B$  Konstanten sind.

- (a) Skizziere das Höhenprofil sowie die Äquiniveaulinien  $h(x, y) = \text{const}$ . Interpretiere die Konstanten  $H, \bar{x}, \bar{y}, B$ .
- (b) Wir starten unsere Tour bei  $(0, 0)$ . In welcher Richtung steigt der Berg am stärksten an? Skizziere!
- (c) Gebe diese Steigung (in %) für  $H = 800\text{m}$ ,  $B = 1000\text{m}$ ,  $\bar{x} = 2500\text{m}$ ,  $\bar{y} = 0\text{m}$  an.
- (d) *Sonderaufgabe:* Wie hoch ist die maximale Steigung, die auf direktem Weg zum Gipfel zu überwinden ist?