

# Physik I

Georg-August-Universität Göttingen  
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz  
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-I/0506/

WS 2005/06



Abgabe: 31. 10. 2005

Übungsblatt 2

## 1. Aufgabe

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

*Geschwindigkeit und Beschleunigung*

- (a) Ein Regentropfen fällt nach dem Gesetz

$$h(t) = h_0 - (g/\alpha^2)(e^{-\alpha t} - 1) - (g/\alpha)t,$$

wobei  $\alpha$  mit der Luftreibung zusammenhängt. Berechnen Sie seine Geschwindigkeit und seine Beschleunigung. Diskutieren Sie insbesondere das Verhalten bei  $t = 0$  und bei  $t \rightarrow \infty$ .

- (b) Entsprechend für ein Objekt, das sich nach dem Gesetz

$$x(t) = vt + R \sin(vt/R)$$

bewegt. Wann ist die Geschwindigkeit am größten, wann am kleinsten? Worum könnte es sich bei dem "Objekt" handeln?

## 2. Aufgabe

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

*Kleine Effekte*

Hinweis: Anwendung der Approximationsformel ("Taylor-Näherung erster Ordnung")

$$f(x + \delta x) \approx f(x) + \delta x \cdot f'(x).$$

- (a) Die Schwerebeschleunigung  $g$  hängt proportional zu  $1/r^2$  vom Abstand zum Erdmittelpunkt ab. Um wieviel weicht  $g$  in einer Höhe von 10000m über NN relativ von dem Wert  $g_0 = 9,81\text{m/s}^2$  auf Meereshöhe ab?
- (b) In der Relativitätstheorie ist die Energie eines Massenpunktes

$$E = mc^2 / \sqrt{1 - v^2/c^2},$$

wobei  $v$  seine Geschwindigkeit ist. Berechnen Sie die Energie für kleine Geschwindigkeiten  $v \ll c$ . (Arbeiten Sie mit der kleinen Größe  $x = v^2/c^2$ .)

- (c) Betrachten Sie den Verlauf der Funktionen  $\log \sqrt{1 + t/\tau}$  und  $\exp \sin(\omega t)$  für kurze Zeiten  $t$ .

## 3. Aufgabe

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

- (a) Ein Wassermolekül wiegt  $\frac{18,032}{N_A}$  g, wobei  $N_A = 6,0221420 \times 10^{23}$  die Avogadro-Konstante ist. Die Erdoberfläche besteht zu 75% aus tiefen Ozeanen (ohne Randmeere), die im Schnitt 5km tief sind. Wieviele Wassermoleküle sind in den Ozeanen? Wie hilfreich ist die Angabe der Avogadro-Konstante auf 7 Stellen?

- (b) In einem etwas realistischeren Modell besteht 1kg Ozeanwasser aus 35g NaCl und 965g Wasser. Wieviel NaCl ist in den Ozeanen?
- (c) Das Alter der ältesten Steinmeteoriten im Sonnensystem ist mit radiometrischen Methoden zu  $4,5 \times 10^9$  Jahre bestimmt worden, so alt ist die Erde etwa auch. Im 18. und 19. Jahrhundert war diese Information nicht bekannt, aber eine absolute Datierung war bereits damals wünschenswert (Geologie bietet nur relative Datierungen, d.h. Grauwacke ist älter als Buntsandstein etc.). Schon Halley (1715, der mit dem Kometen) hatte die Idee, das Erdalter durch einen Vergleich des Salzgehaltes (b) mit der jährlichen Zuwachsrates zu bestimmen (H. beklagte das Fehlen antiker Daten zur Salzkonzentration). Um 1900 war bekannt, dass alle Flüsse zusammen etwa 11500 kg NaCl pro Sekunde transportieren. Bestimmen Sie das Erdalter mit Halley's Methode.
- (d) *Zusatzaufgabe*: Was stimmt nicht mit Halley's Methode?

#### **4. Aufgabe**

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

- (a) In einer Diplomarbeit aus dem geophysikalischen Institut wird die Lage einer Station mit Messinstrumenten, die etwa so groß wie ein Fußballplatz war, mit  $8,04942^\circ$  Östl. Länge und  $50,29019^\circ$  Nördl. Breite angegeben. Kommentieren Sie die Genauigkeit der Ortsangabe.
- (b) Möglicherweise hat der Diplomand GPS (Global positioning System) benutzt. GPS Empfänger empfangen Signale von drei Satelliten mit Atomuhren. Die Signale enthalten die genaue Position und Zeit eines Satelliten. Die GPS Empfänger berechnen aus der Laufzeit ihre Entfernungen von den drei Satelliten. Drei Satelliten reichen gerade, um Länge, Breite und Höhe des Standortes des Empfängers zu bestimmen. Wenn der Empfänger selbst keine Atomuhr hat, wird ein 4ter Satellit für die Korrektur der Empfänger-Uhr gebraucht. Wie genau werden diese Ortsangaben, wenn die Laufzeiten auf  $3 \times 10^{-9}$ s bekannt sind? (Es ist nicht erforderlich, die recht komplizierte Berechnung der Koordinaten nachzuvollziehen. Wir interessieren uns nur für den Zusammenhang zwischen dem Fehler der Laufzeit und dem Fehler der Entfernung).