Universität Konstanz
Fachbereich Physik
Dr. Peter Keim

Ausgabedatum: 31.10.2013
Besprechung: 7.11.2013

Übungsgruppenleiter: Mathias Altenburg, Benjamin Bauer,
Sven Deutschländer, Claire-Denise Frese, Christian Klix, Sören Kumkar,
Moritz Schlötter, Anika Schloe, Werner Schosser

Übungen zu Experimentalphysik I für Biologen

Blatt 2

Aufgabe 1:

Sie bewegen sich in der x, y-Ebene eines kartesischen Koordinatensystems und starten vom Ursprung $\vec{0} = (0, 0)$ aus. Sie bewegen sich zuerst 10 s lang mit konstanter Geschwindigkeit $v_x = 2$ m/s nur in x-Richtung und danach für 10 s mit $v_y = 4$ m/s nur in y-Richtung.

a) Fertigen Sie zwei Weg-Zeit-Diagramme an, in dem Sie den zeitlichen Verlauf Ihrer Bewegung $x(t)$ und $y(t)$ von $t = 0$ s bis $t = 20$ s darstellen!
b) In welche Richtung haben Sie einen längeren Weg zurückgelegt?
c) Wie groß ist die direkte Verbindung $s = |\vec{s}\,(t = 20\,\mathrm{s})|$ Ihres Anfangs- und Endpunktes (Luftlinie) im Vergleich zu dem insgesamt zurückgelegten Weg? Hinweis: Für Ihren Verbindungsvektor gilt $\vec{s}(t) = (x(t), y(t))$, bestimmen Sie den Betrag $|\vec{s}|$ (Länge) des Vektors $\vec{s}$!

Nun bewegen Sie sich 10 s lang *gleichzeitig* in x- und y-Richtung mit den oben genannten Geschwindigkeiten.

d) Wie groß ist der Betrag $v = |\vec{v}|$ Ihrer Gesamtgeschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, v_y)$?
e) Wie groß ist Ihr insgesamt zurückgelegter Weg $s = |\vec{v}|\, t$? Kommen Sie an dem gleichen Punkt an wie in a)?
f) Nun sind Sie nicht mehr an dem zeitlichen Verlauf ihrer Bewegung interessiert sondern an dem *örtlichen* Verlauf der jeweils anderen Koordinate, also $x(y)$ bzw. $y(x)$. Versuchen Sie also x als Funktion von y (und umgekehrt) auszudrücken und tragen Sie diese beiden Funktionen auch in ein Diagramm ein!

Aufgabe 2:

Ein Schäfer befindet sich auf dem Heimweg. 1 km vor seinem Haus rennt sein Hund los und ist bereits am Haus, wenn der Schäfer erst den halben Weg zurückgelegt hat. Am Haus angekommen rennt der Hund sofort zurück zum Schäfer. Dort angekommen rennt er wieder zum Haus, wieder zum Schäfer, wieder zum Haus... Schäfer und Hund laufen beide mit konstanter Geschwindigkeit. Welche Strecke legt der Hund zurück bis der Schäfer am Haus ist?

Aufgabe 3:

Sie führen ein Experiment durch, indem Sie einen Ball von einem 10 m hohen Balkon fallen lassen um seine Fallzeit zu bestimmen. Die Zeitmessung mit ihrer Stoppuhr von oben fällt Ihnen nicht so leicht, deshalb messen $N = 10$ mal und finden für die Fallzeiten t_i:

t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}
1.3 s	1.35 s	1.45 s	1.35 s	1.5 s	1.55 s	1.4 s	1.45 s	1.35 s	1.4 s

a) Bestimmen Sie den Mittelwert Ihrer Fallzeit $\langle t \rangle$ und Ihren statistischen Meßfehler, die Standardabweichung σ mit

$$\langle t \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} t_i \quad \text{und} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (t_i - \langle t \rangle)^2}$$

b) Berechnen Sie den exakten Wert für t mit Hilfe des "freien Falls" (falls noch nicht in der Vorlesung dran, in Wikipedia schauen) und vergleichen Sie die Abweichung ihres Mittelwertes vom "Literaturwert" mit ihrem statistischen Fehler!

Aufgabe 4:

Betrachten Sie die *Gauß*-Verteilung (Normalverteilung)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\langle x \rangle}{\sigma}\right)^2} ,$$

wobei $\langle x \rangle$ den Mittelwert und σ die Standardabweichung (Breite der Verteilung) bezeichnen. Die *Gauß*-Verteilung ist symmetrisch um $\langle x \rangle$ und beschreibt die Abweichung statistisch unabhängiger physikalischer Messwerte von ihrem Mittelwert (in sehr guter Näherung). Sie ist eine Wahrscheinlichkeitsverteilung , d.h. die Fläche unter der Funktion ist 1.

a) Erklären Sie anschaulich, was die *Gauß*-Verteilung über die Wahrscheinlichkeits- bzw. Häufigkeitsverteilung einer physikalischen Messreihe aussagt und stellen sie die Funktion graphisch dar!

b) Informieren Sie sich darüber, wieviel Prozent der Messwerte (bzw. Fläche) sich in dem Intervall $\pm\sigma$, $\pm 2\sigma$ und $\pm 3\sigma$ um den Mittelwertwert befinden!

c) Die "Intelligenz" der Bevölkerung ist ebenfalls *Gauß*-verteilt. Der IQ wird so definiert, dass seine Verteilung einen Mittelwert $\langle x \rangle = 100$ und eine Standardabweichung $\sigma = 15$ besitzt. Als hochbegabt gilt, wer einen $IQ \geq 130$ besitzt. Wie groß ist der Anteil an Hochbegabten in unserer Bevölkerung?

d) Betrachten Sie nun die Standardnormalverteilung $f_N(x)$, für die gilt: $\langle x \rangle = 0$ und $\sigma = 1$. Bestimmen Sie das Maximum f_{max} und dessen Ort x_{max} indem Sie das Extremwertproblem für diese Funktion lösen! Wo liegen die Wendestellen dieser Funktion? Hinweis: Die Ableitung einer Funktion $f(x) = e^{g(x)}$ ist $f'(x) = g'(x) \cdot f(x)$.