



ÜbungsgruppenleiterInnen: M. Cimander, C. Derricks,
J. Fichtner, C. Fischer, A. Graf, R. Löffler, M. Rudolf,
A. Schmid, L. Siedentop

Übungen zu Experimentalphysik I
für Studierende der Biologie und der Sportwissenschaft
Blatt 03

Aufgabe 1: Skalarprodukt

Mit Hilfe des Skalarprodukts zweier Vektoren kann der von diesen eingeschlossene Winkel berechnet werden. Die bietet umgekehrt ein einfaches Mittel, um die Orthogonalität von Vektoren zu überprüfen.

a) Zeichnen Sie die Vektoren

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}, \vec{b} = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix} \text{ und } \vec{c} = \begin{pmatrix} -2 \\ -2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

in der x - y -Ebene und bestimmen Sie die drei Winkel unter ihnen!

b) Welche der drei folgenden Vektoren stehen senkrecht aufeinander?

$$\vec{d} = \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ -1 \end{pmatrix}, \vec{e} = \begin{pmatrix} -1 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}, \vec{f} = \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Aufgabe 2: Erste Kreisbewegung

Eine Hammerwerferin schwingt ihren Hammer mit einer konstanten Kreisgeschwindigkeit ω . Ihr Hammer kann als Massenpunkt idealisiert werden der sich um den gemeinsamen Schwerpunkt dreht. Seine Kreisbewegung kann durch folgenden Ortsvektor beschrieben werden:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} r_0 \cdot \cos(\omega t) \\ r_0 \cdot \sin(\omega t) \end{pmatrix} \quad (3)$$

wobei r_0 (ungefähr) der Länge der Arme der Hammerwerferin entspricht.

Berechnen sie den Vektor der Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ sowie der Beschleunigung $\vec{a}(t)$ des Hammers, indem sie obigen Vektor nach der Zeit differenzieren!

Aufgabe 3: Wurfaufspaltung

Die Hammerwerferin lässt den Hammer los. Der Hammer fliege schräg nach oben, also parallel zum Boden in x -Richtung und nach oben in z -Richtung. Die Abwurfhöhe sei $z_0 = 1$ m über dem Boden. Ein Zuschauer sitzt in x -Richtung und beobachtet den auf ihn zufliegenden Hammer (der ihn aber nicht trifft da er weit genug von ihr entfernt sitzt).

- a) Beschreiben Sie die Bahn des Hammers, die der Zuschauer beobachtet! Wie verhält sich die beobachtete Geschwindigkeit des Hammers?
- b) Der Zuschauer beobachtet das der Hammer eine Höhe von 7 m über dem Abwurfpunkt erreicht. Wie lange dauert es, bis der Hammer diese Höhe erreicht hat? Bestimmen Sie diese Zeit t_{steig} ! *Hinweis: Die Erdbeschleunigung sei $g = 10 \text{ m/s}^2$. Denken Sie an den Senkrechten Wurf!*
- c) Wie lange dauert es vom Zeitpunkt des Abwurfs bis er wieder auf dem Boden aufschlägt wenn der Hammer $z_0 = 1 \text{ m}$ über dem Boden abgeworfen wurde? Bestimmen Sie diese Zeit $t_{\text{ges}} = t_{\text{steig}} + t_{\text{fall}}$!

Ein Helikopter filmt den Wurf von oben. Er befindet sich im Moment des Abwurfs genau über der Hammerwerferin (auch er wird aber nicht getroffen).

- d) Beschreiben Sie die Bahn des Hammers, die der Helikopter filmt! Wie verhält sich die gefilmte Geschwindigkeit des Hammers?
- e) Skizzieren die Situation und die Wurfbahn die ein Zuschauer beobachtet, der Helikopter, Zuschauer und sowohl Höhe als auch Weite des Wurfs beobachten kann. Wie heißt eine solche Flugbahn in der Mathematik?