

Aufgabe 1: Winkel zwischen Vektoren (2 Punkte)

Berechnen Sie die drei Winkel (in Grad und Bogenmaß), die der Vektor $\vec{a} = (2; 1; -3)$ mit den Koordinatenachsen des Koordinatensystems $\vec{e}_x = (1; 0; 0)$, $\vec{e}_y = (0; 1; 0)$ und $\vec{e}_z = (0; 0; 1)$ bildet.

Aufgabe 2: Vektoraddition (3 Punkte)

Bestimmen Sie graphisch und rechnerisch den Betrag und Winkel (in Grad und Bogenmaß) der aus folgendem Kräftesystem resultierenden Kraft:



Abbildung 1: Am Koordinatenursprung angreifendes Kräftesystem.

Aufgabe 3: Orthonormalsystem (2 Punkte)

Viele Rechnungen in der Physik können wesentlich vereinfacht werden, wenn als Basis eine Orthonormalbasis gewählt wird. Zeigen Sie, dass die drei Vektoren $\vec{e}_1 = (1/\sqrt{2}; 0; 1/\sqrt{2})$, $\vec{e}_2 = (1/\sqrt{2}; 0; -1/\sqrt{2})$ und $\vec{e}_3 = (0; -1; 0)$ ein orthonormiertes System bilden, d.h. dass die Vektoren paarweise senkrecht aufeinander stehen und jeweils die Länge 1 besitzen.

Aufgabe 4: Rechtwinkliges Dreieck (3 Punkte)

Zeigen Sie, dass die drei Vektoren $\vec{a} = (1; 4; -2)$, $\vec{b} = (-2; 2; 3)$ und $\vec{c} = (-1; 6; 1)$ ein rechtwinkliges Dreieck bilden.

Bitte wenden!

Aufgabe 5: Arbeit (3 Punkte)

- a) (1 Punkt) Eine Kraft des Betrags $F = 82 \text{ N}$ verschiebt eine Punktmasse um die Strecke $s = 35 \text{ m}$ und verrichtet dabei die Arbeit $W = 1435 \text{ J}$. Unter welchem Winkel greift die Kraft an?
- b) (2 Punkte) Eine Punktmasse wird durch die Kraft $\vec{F} = (10 \text{ N}, -4 \text{ N}, -2 \text{ N})$ geradlinig von $A = (1 \text{ m}; 20 \text{ m}; 3 \text{ m})$ nach $B = (4 \text{ m}; 2 \text{ m}; -1 \text{ m})$ verschoben. Welche Arbeit wird dabei geleistet? Welchen Winkel (Grad und Bogenmaß) bildet die Kraft mit dem Verschiebungsvektor?

Aufgabe 6: Kräfteüberlagerung in einem idealisierten System (5 Punkte)

In den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks mit Seitenlänge $2a$ befinden sich Punktmassen m_i .

- a) (2 Punkte) Dieses Dreieck kann z.B. als idealisiert Haltekonstruktion mit extrem leichten Verstrebungen gesehen werden. Bestimmen Sie den Schwerpunkt¹ S für $m_1 = m_2 = m_3/2$, an dem die Konstruktion stabil befestigt werden kann. Berechnen Sie die Abstände von S zu den Eckpunkten.
- b) (3 Punkte) Die Überlagerung elektrischer Felder wird z.B. in Paul-Fallen zur Speicherung geladener Teilchen verwendet. In folgendem stark vereinfachtem Aufbau besitzen die Punktmassen in den Ecken unseres Dreiecks alle die gleiche (positive) Punktladung Q . Der Punkt S_q sei von allen drei Ecken gleich weit entfernt. Zeigen Sie, dass eine in S_q befindliche Probeladung q kräftefrei bleibt. (Hinweis: Berechnen sie zunächst S_q und dann die in S_q an q angreifenden elektrischen Kräfte² $\vec{F}_i = q \vec{E}_i$ als Produkt aus Betrag und Richtungsvektor.)

Erläuterungen zum Übungsbetrieb

- Die Anmeldung für die Übungen muss so schnell wie möglich ONLINE erfolgen.
- Notwendige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung:
 1. Mindestens 50% der Punkte aus den Übungen.
 2. Mindestens 2 mal in den Übungen an der Tafel vorrechnen.

¹Ein Massenpunktsystem enthalte n punktförmige Massen m_1, m_2, \dots, m_n , deren räumliche Lage durch die Ortsvektoren $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$ festgelegt sei. Der Ortsvektor \vec{r}_S des Schwerpunktes S genügt dann der Vektorgleichung

$$\left(\sum_{i=1}^n m_i \right) \vec{r}_S = \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i.$$

²Eine elektrische Punktladung Q erzeugt im Abstand r ein elektrisches Feld mit der elektrischen Feldstärke

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \frac{\vec{e}_r}{r^2}$$

(\vec{e}_r Einheitsvektor von der Quelle in Richtung des Punktes, an dem die Feldstärke gemessen wird; ϵ_0 : elektrische Feldkonstante; ϵ : Dielektrizitätskonstante des umgebenden Mediums)