Integrierter Kurs I (WiSe 2023/24)

Prof. M. Müller, Prof. U. Nowak, T. Dannegger

Universität Konstanz

Übungsblatt Nr. 3

Abgabe in Ilias bis zum 20.11.2023, 08:00 Uhr.
Besprechung am 22.11.2023 in der Übung.

Aufgabe 1: Begleitendes Dreibein (6 Punkte)

Ein Elektron trägt die Ladung $q = -e$ (mit der Elementarladung e) und hat die Masse m_e. In einem Magnetfeld (im Betrag gegeben durch B) folgt dieses Elektron der Bahn[1]

$$\vec{r}(t) = \left(\frac{v_{0,r}}{\omega_\mathrm{c}} \cos(\omega_\mathrm{c} t),\ \frac{v_{0,r}}{\omega_\mathrm{c}} \sin(\omega_\mathrm{c} t),\ v_{0,z} t \right)$$

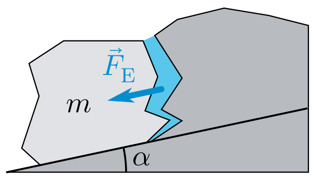
die in der Zeit t parametrisiert ist, mit der sogenannten Zyklotronfrequenz $\omega_\mathrm{c} = \frac{eB}{m_\mathrm{e}}$ sowie den radialen und vertikalen Anfangsgeschwindigkeiten $v_{0,r}$ und $v_{0,z}$.

a) Berechnen Sie die Bogenlänge in Abhängigkeit der Zeit, $s(t)$, und parametrisieren Sie die Bahnkurve mit der Bogenlänge, das heißt geben Sie $\vec{r}(s)$ an. **(3 Punkte)**

b) Berechnen Sie das begleitende Dreibein bestehend aus dem Tangentialvektor $\vec{T}$, dem Normalenvektor $\vec{N}$ und dem Binormalenvektor $\vec{B}$. **(3 Punkte)**

Aufgabe 2: Reibungsprobleme (4 Punkte)

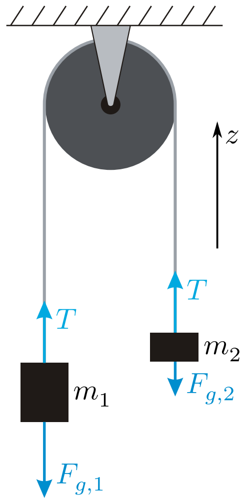
a) Auf einem Hang, der um $\alpha = 21°$ gegenüber der Horizontalen geneigt ist, liegt ein $m = 16\,500\,\mathrm{t}$ schwerer Felsblock, der durch einen Riss vom übrigen Gestein abgetrennt ist. Der Haftreibungskoeffizient zwischen Felsblock und Untergrund beträgt $\mu = 5/8$. In den Riss tritt Wasser ein, das in der Nacht gefriert und durch die Ausdehnung eine Kraft F_E auf den Felsen parallel zum Hang ausübt. Wie groß darf diese Kraft maximal sein, damit der Fels nicht abrutscht? **(2 Punkte)**



b) Ein oben offenes, zylinderförmiges Silo mit einem Durchmesser $d = 10\,\mathrm{m}$ und einer Höhe von $h = 30\,\mathrm{m}$ wird von oben mit Getreide gefüllt. Es wird erst dann kein Getreide mehr aufgeschüttet, wenn welches oben aus dem Silo herunterfällt. Die Körner haften mit $\mu_\mathrm{G} = 0{,}3$ aneinander. Was ist das maximale Volumen an Getreide, das in das Silo passt? **(2 Punkte)**

[1] Die physikalische Begründung für diese Bahn folgt im nächsten Semester.

Aufgabe 3: Massen an einem Faden (unbepunktet)



Zwei Massen $m_1 > m_2$ hängen über einen Faden der Länge L verbunden an einer Umlenkrolle, siehe Abbildung. Die Reibung und die Massen des Fadens und der Rolle seien vernachlässigbar.

a) Stellen Sie zunächst die Bewegungsgleichungen separat für m_1 und m_2 auf. Die Anfangsbedingungen sollen so gewählt werden, dass der Faden immer gespannt bleibt, und wir betrachten nur den Zeitraum, bevor eine der beiden Massen die Umlenkrolle erreicht.

b) Leiten Sie damit eine Bewegungsgleichung für das Gesamtsystem her.

c) Wie groß ist die Zugkraft T, die der Faden ausübt?

d) Wo haben Sie in Teil a) bis c) das zweite Newton'sche Axiom benutzt? Wo verbirgt sich das dritte Newton'sche Axiom?