

Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik I WS 2022/23

PROF. DR. CARSTEN ROCKSTUHL

Blatt 3

MITCHELL WHITTAM, DAVID DAMS, BENEDIKT ZERULLA

Abgabe: Mittwoch 23.11.2022

Zur Bearbeitung der Programmieraufgaben dieses Blattes können Sie die Datei blatt03_vorlage.ipynb als Vorlage nutzen.

Um alle Punkte zu bekommen, müssen alle Lösungen so weit wie möglich vereinfacht werden.

1. System von Kräften

4 Punkte

Gegeben seien drei auf ein Teilchen einwirkende Kräfte, \mathbf{F}_1 , \mathbf{F}_2 und \mathbf{F}_3 , wobei

$$\mathbf{F}_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ 3a \\ 2b \end{pmatrix} \text{ N}, \quad \mathbf{F}_2 = \begin{pmatrix} 4 \\ b \\ -a \end{pmatrix} \text{ N} \quad \text{und} \quad \mathbf{F}_3 = \begin{pmatrix} -6 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ N}. \quad (1)$$

und a und b Konstanten sind.

- [1 Punkt] Bestimmen sie die gesamte auf das betrachtete Teilchen einwirkende \mathbf{F} .
- [2 Punkte] Unter der Annahme, dass das Teilchen im Kräftegleichgewicht ist, finden sie a und b .
- [1 Punkt] Welche von diesen Gesetzen haben Sie in Teil (b) verwendet? Kreisen Sie die richtige Antwort ein.

- a) Nur Superposition b) Superposition und Newton II c) Nur Newton I

2. Kraft zwischen geladenen Massen

8 Punkte

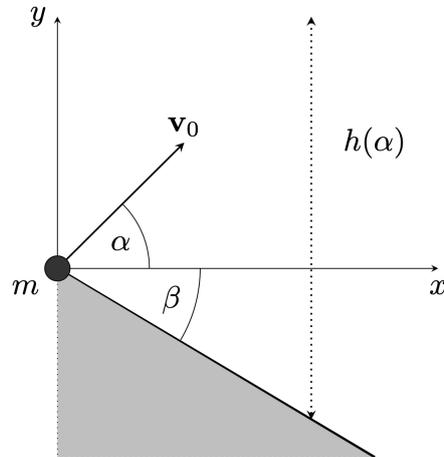
Gegeben seien zwei Körper identischer Masse m und unterschiedlicher Ladungen q_1 und q_2 an den Orten $\mathbf{r}_1 = \mathbf{0}$ und $\mathbf{r}_2 = d\mathbf{e}_z$.

- [2 Punkte] Unter Berücksichtigung der Gravitationskraft und der Coulombkraft, berechnen Sie für $q_1 = -q_2$ die Kraft \mathbf{F}_{12} , die von Körper 2 auf Körper 1 wirkt, sowie die umgekehrt von Körper 1 auf Körper 2 ausgeübte Kraft \mathbf{F}_{21} .
- [2 Punkte] Betrachten Sie nun den Fall $q_1 = q_2$. Wie groß ist das Verhältnis $|\frac{q_1}{m}|$, falls die gravitative Anziehung die elektrostatische Abstoßung kompensiert, also falls $\mathbf{F}_{12} = \mathbf{0}$?
- [2 Punkte] Berechnen Sie einen allgemeinen Ausdruck für die von den beiden Körpern auf ein Testobjekt mit Masse m_T und Ladung q_T ausgeübte Gesamtkraft. Die Position des Testobjekts sei gegeben durch $\mathbf{r}_T = z\mathbf{e}_z$, wobei $z \neq 0, d$.
- [2 Punkte] Geben Sie für $q_1 = q_2$ den Wert für z an, bei dem die Gesamtkraft verschwindet. Gibt es einen solchen Punkt für $q_1 = -q_2$?

3. Schräger Wurf

6 Punkte

Betrachten Sie den schrägen Wurf mit der Anfangsgeschwindigkeit \mathbf{v}_0 und dem Anfangsort $\mathbf{r}_0 = \mathbf{0}$ eines Massenpunktes der Masse m unter dem Einfluss einer gleichförmigen Beschleunigung $\mathbf{a}(t) = -g \mathbf{e}_y$ auf einer schiefen Ebene. Die Orientierung dieser schiefen Ebene ist charakterisiert durch den Winkel β relativ zur x -Achse.



- [2 Punkte] Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $\mathbf{v}(t)$ sowie die Bahnkurve $\mathbf{r}(t)$ dieser Masse.
- [1 Punkt] Plotten Sie mithilfe der Jupyter Notebook Vorlage die Bahnkurve $\mathbf{r}(t)$ dieser Masse für die in der Vorlage angegebenen Werte von α und $v_0 = 10$, sodass in jedem Plot mindestens der Auftreffpunkt der Masse noch erkennbar ist.
- [3 Punkte] Zeigen Sie, dass die Wurfhöhe $h(\alpha)$, also der maximale Abstand der Masse über der schiefen Ebene, gleich

$$h(\alpha) = \frac{v_0^2 \sin^2(\alpha + \beta)}{2g \cos^2 \beta}$$

ist.

Hinweis: Benutzen Sie die Identität $\sin(\alpha + \beta) = \cos(\alpha) \sin(\beta) + \cos(\beta) \sin(\alpha)$.