

## 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

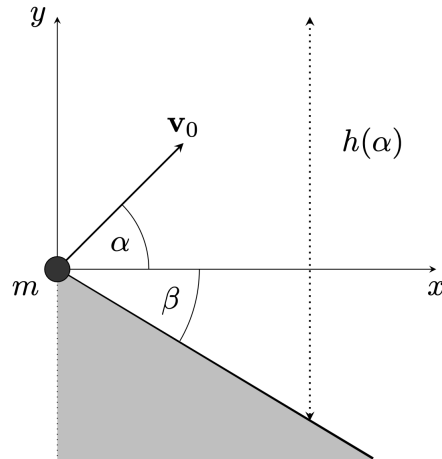
Gegeben seien zwei Körper identischer Masse  $m$  und unterschiedlicher Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  an den Orten  $\mathbf{r}_1 = \mathbf{0}$  und  $\mathbf{r}_2 = d\mathbf{e}_z$ .

- [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  $\beta$  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  $\alpha$  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  $\sin(\alpha + \beta) = \cos(\alpha) \sin(\beta) + \cos(\beta) \sin(\alpha)$ .*