
Theoretische Physik I – Mechanik – Blatt 5

Sommersemester 2016

Webpage: <http://www.thp.uni-koeln.de/~rk/mechanik2016.html/>

Abgabe bis Dienstag, den 24.05.2016, 13:00 in den Briefkasten vor dem Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

Es sind Gruppenabgaben von bis zu drei Personen erlaubt. Bitte schreiben Sie leserlich und heften Sie Ihre Abgabe am oberen linken Rand zusammen. Versehen Sie Ihre Abgaben mit Ihren Namen sowie dem Namen Ihres Übungsgruppenleiters. Bitte beachten Sie die Hinweise zum Übungsbetrieb auf der oben genannten Homepage zur Vorlesung.

16. Elastischer Stoß

Wir behandeln in dieser Aufgabe Systeme von Bällen, die elastisch miteinander kollidieren.

- Zunächst betrachten wir einen Ball der Masse $m/10$ auf einem Ball der Masse m . Beide fallen im Schwerfeld der Erde gleichschnell und mögen mit der Geschwindigkeit v auf dem Boden auftreffen. Der große Ball wird vom Boden reflektiert, weshalb seine Geschwindigkeit nach dem Aufprall auf den Boden $v_g = -v$ ist. Welche Geschwindigkeit hat der kleine Ball nach dem Aufprall auf den großen Ball?
- Nun betrachten wir einen weiteren kleineren Ball der Masse $m/100$ auf der Anordnung aus Aufgabenteil a). Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich dieser Ball am Ende der Kaskade von Kollisionen nach oben?
- Wir denken uns nun einen Turm mit insgesamt $n + 1$ Bällen, so dass sich ganz oben ein Ball der Masse $m/10^n$ befinde. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich dieser nach der Kollision nach oben (unter vollkommener Vernachlässigung relativistischer Effekte)?

17. Zweikörperproblem

In dieser Aufgabe betrachten wir ein System aus zwei Punktmassen, die erste mit Masse $m = 1\text{kg}$, die zweite mit Masse $M = 2\text{kg}$. Beide bewegen sich nur unter dem Einfluss ihrer Gravitation.

- Skizzieren Sie eine typische gebundene Bewegung der beiden Punktmassen umeinander. Machen Sie in Ihrer Skizze den Schwerpunkt kenntlich.
- Zum Zeitpunkt $t = 0$ bewegen sich beide mit jeweils 1m/s in genau entgegengesetzte Richtung, senkrecht zur Verbindungsstrecke der Punktmassen. In welchem Abstand r_0 dürfen sich beide maximal befinden, damit die Bahnkurve noch gebunden ist?
- Skizzieren sie die Bahnkurven beider Massen mit Anfangsgeschwindigkeiten wie in b), aber nun jeweils mit einem anfänglichen Abstand von $r = r_0/2$ bzw. $r = 2r_0$.

18. Allgemeine Galilei-Transformation

- Zeigen Sie die Abgeschlossenheit und die Gruppeneigenschaften der Menge der allgemeinen Galilei-Transformationen unter Komposition. Ist die Gruppe kommutativ?
- Wie transformieren sich Gesamtimpuls \mathbf{P} , Schwerpunkt $\mathbf{R}(0) = \mathbf{R}(t) - \mathbf{P}t/M$, Gesamtdrehimpuls \mathbf{L} und Gesamtenergie E eines abgeschlossenen Systems mit isotropen Zentralkraftwechselwirkungen unter der allgemeinen Galilei-Transformation $G_{\mathbf{d},\mathbf{v},\mathbf{R},s,\lambda}$?

19. Symmetrien

- Was ist eine Symmetrietransformation in der Newtonschen Mechanik?
- Wir betrachten ein Newtonsches N -Teilchensystem mit isotropen Zentralkraftwechselwirkungen. Zusätzlich wirken Reibungskräfte der Form

$$\mathbf{F}_i^R(\dot{\mathbf{r}}_i) = -\gamma_i \dot{\mathbf{r}}_i,$$

wobei $\gamma_1, \dots, \gamma_N$ teilchenspezifische Konstanten sind. Bestimmen Sie die Menge der Symmetrietransformationen dieser Mechanik. Bildet die Menge eine Gruppe?

- Nun wirke anstatt der Reibungskraft aus b) auf jedes Teilchen die homogene Schwerkraft

$$\mathbf{F}_i^g = m_i \mathbf{g},$$

wobei m_i die Masse des i -ten Teilchens und \mathbf{g} die konstante Schwerebeschleunigung bezeichnet. Wie lauten jetzt die Symmetrietransformationen? Bilden Sie eine Gruppe?