Institut für Theoretische Physik
Universität zu Köln

Rochus Klesse
Christopher Max

Theoretische Physik I
3. Übung

Wintersemester 18/19

Abgabe der Aufgaben 9,10 und 11 bis Mittwoch, den 31.10.2018, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

8 Zur Diskussion

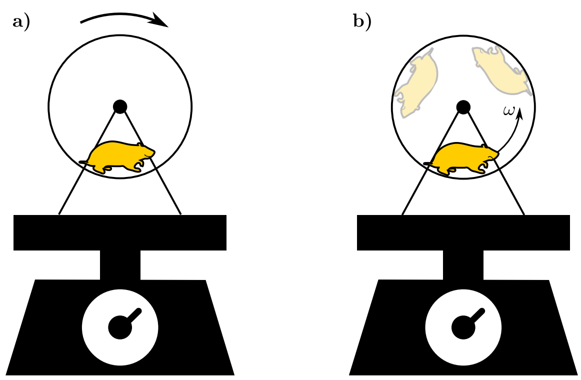
Klären Sie folgende Begriffe: konservatives Vektorfeld, Potenzial, kinetische und potenzielle Energie, Energieerhaltung eines Massenpunkts im konservativen Kraftfeld.

9 Hamsterrad auf der Waage (3+7)

Fritz der Hamster (Masse m_F) bekommt ein neues Hamsterrad. Das Rad mit Masse m_R und Radius R stehe auf einer Waage.

a) Das neue Rad funktioniert anfangs einwandfrei. Bei Benutzung befindet sich Fritz annähernd ortsfest am untersten Punkt des Rades. Was zeigt die Waage an, wenn Fritz in seinem neuen Hamsterrad läuft?

b) Nach einiger Zeit ist das Hamsterrad festgerostet und dreht sich nicht mehr. Fritz benutzt es in seinem Enthusiasmus trotzdem weiter. Folglich läuft er mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω im Rad. Was zeigt die Waage nun an?



10 (Dreh-)Impulserhaltung (7+3)

In der Vorlesung haben Sie bereits die Impulserhaltung und Drehimpulserhaltung kennen gelernt. Aufgrund der großen Bedeutung dieser beiden Erhaltungssätze sollen Sie in dieser Aufgabe diese beiden Sätze im Detail für ein N-Teilchensystem beweisen.

a) Zeigen Sie, dass der Gesamtimpuls und der Gesamtdrehimpuls in einem abgeschlossenen N-Teilchensystem, dessen Kräfte $\vec{F}_{ij}(\vec{r}_i;\vec{r}_j)$ das dritte Newtonsche Axiom erfüllen, erhalten sind.

b) Was passiert, wenn die Kräfte auch von den Geschwindigkeiten abhängen, d.h. $\vec{F}_{ij}(\vec{r}_i,\dot{\vec{r}}_i;\vec{r}_j,\dot{\vec{r}}_j)$, wobei das dritte Newtonsche Axiom weiterhin erfüllt ist?

11 Konservative Vektorfelder (1+6+5)

Im Folgenden sei $\alpha \in \mathbb{R}$, $\vec{a} \in \mathbb{R}^3$ und $n \in \mathbb{N}$.

a) Was ist ein konservatives Vektorfeld und welche Eigenschaften besitzt es?

b) Berechnen Sie für folgende Potentiale das entsprechende Vektorfeld:

(i) $U(\vec{r}) = \alpha(x^2 + z^2)$

(ii) $U(\vec{r}) = \frac{\alpha}{|\vec{r}|}$

(iii) $U(\vec{r}) = \alpha \ln |\vec{r}|$

(iv) $U(\vec{r}) = \alpha|\vec{r}|$

(v) $U(\vec{r}) = |\vec{r}|^n$

(vi) $U(\vec{r}) = \cos(x) + \cos(y) + \cos(z)$

c) Geben Sie für folgende Vektorfelder ein Potential an, falls es sich um ein konservatives Feld handelt. Zeigen Sie andernfalls, dass das Vektorfeld nicht konservativ ist.

(i) $\vec{F}(\vec{r}) = \frac{\alpha}{|\vec{r}|^2}\vec{e}_r$

(ii) $\vec{F}(\vec{r}) = \vec{a}$

(iii) $\vec{F}(\vec{r}) = (\vec{a} \cdot \vec{r})\vec{r}$

(iv) $\vec{F}(\vec{r}) = -\exp(-|\vec{r}|^2)\vec{r}$

(v) $\vec{F}(\vec{r}) = \begin{pmatrix} \sin(x) \\ \sin(y) \\ \sin(z) \end{pmatrix}$