
Theoretische Physik I
7. Übung

Wintersemester 18/19

Abgabe der Aufgaben 22, 23 und 24 bis Mittwoch, den 28.11.2018, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

Zur Diskussion

- Weshalb herrscht in der ISS Schwerelosigkeit?
- Was ist ein Funktional?
- Wozu kann man Euler-Lagrange-Gleichungen gebrauchen? Wie lauten sie?

22 Kürzeste Wege auf dem Zylinder

2+8

a) Auf einem Zylinder von Radius R sei ein Weg durch $\varphi(z)$ parametrisiert, wobei $z \in [z_1, z_2]$. Zeigen Sie, dass die Länge S des Wegs durch

$$S = \int_{z_1}^{z_2} \sqrt{1 + (R \varphi'(z))^2} dz$$

gegeben ist.

b) Zwei Punkte auf dem Zylinder seien durch die Koordinaten $(z_1, \varphi_1) = (0, 0)$ und $(z_2, \varphi_2) = (h, \vartheta)$, $\vartheta \in [0, 2\pi[$, gegeben. Bestimmen Sie den kürzesten Weg auf dem Zylinder, der diese zwei Punkte verbindet.

23 Rotierende Scheibe

5+5

Eine Kreisscheibe rotiert gleichmäßig um ihre Symmetrieachse mit Winkelgeschwindigkeit Ω .

a) Im Abstand R vom Mittelpunkt der rotierenden Scheibe sitzt ein Käfer der Masse m . Ermitteln Sie die Haftreibungskraft, die den Käfer auf der Scheibe hält, auf zweierlei Weisen:

- bzgl. eines raumfesten, inertialen Bezugssystems,
- bzgl. eines mit der Scheibe rotierenden Bezugssystems.

b) Nun läuft der Käfer relativ zur Scheibe mit konstanter Geschwindigkeit v radial nach innen. Welche Kraft erfährt dabei der Käfer?

24 Lorentzkraft ohne Magnetfeld

5+5

Schon wieder rotiert eine Kreisscheibe gleichmäßig um ihre Symmetrieachse \vec{e}_z mit Winkelgeschwindigkeit Ω . Auf der Scheibe befindet sich diesmal ein frei beweglicher Massenpunkt der Masse m , der zudem einer Zentralkraft

$$\vec{F}'_{ZK}(\vec{r}') = -m\Omega^2\vec{r}'$$

unterliegt.

- a) Zeigen Sie, dass bzgl. eines mit der Scheibe rotierenden Bezugssystems K' der Massenpunkt einer effektiven “Lorentzkraft”

$$\vec{F}'(\vec{r}') = \vec{v}' \times \vec{B}$$

unterliegt. Hierbei ist \vec{v}' die momentane Geschwindigkeit des Massenpunkts bzgl. K' und $\vec{B} = 2m\Omega\vec{e}_z$ spielt die Rolle eines homogenen Magnetfelds.

- b) Erinnern Sie sich an (oder googeln Sie) das Thema “Bewegung eines geladenen Teilchen im homogenen Magnetfeld”. Was folgt dann daraus für die Bewegung des Massenpunkts aus Sicht des rotierenden Bezugssystems? Und wie interpretiert eine raumfeste Beobachterin diese Bewegung?