

Theoretische Physik I

4. Übung

Wintersemester 18/19

Abgabe der Aufgaben 13,14 und 15 bis Mittwoch, den 07.11.2018, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

12 Zur Diskussion

Zeigen Sie, dass die Energie eines Teilchens in einem konservativen Kraftfeld erhalten ist.

13 Arbeit im konservativen Kraftfeld (4+4+2)

Wieviel Arbeit kostet es, einen Körper unter einer konservativen Kraft von A nach B zu bewegen? Hängt diese Arbeit davon ab, welchen Weg man dazu wählt? Oder davon, wie schnell der Körper längs dieses Weges bewegt wird? Gibt es einen einfachen Weg diese Arbeit zu bestimmen? Die Bearbeitung dieser Aufgabe gibt Ihnen Antworten.

Ein Massenpunkt der Masse m unterliegt der konservativen Kraft $\vec{F}(\vec{r})$ mit Potenzial $U(\vec{r})$. Mittels einer zusätzlichen, zeitabhängigen, externen Kraft $\vec{F}^{ex}(t)$ wird der Massenpunkt für $t < 0$ auf Position A gehalten, während $0 < t < T$ von A nach B längs eines Wegs c bewegt und dort für $t > T$ ruhend gehalten. Der Weg c sei parametrisiert durch die Abbildung $\vec{\gamma} : [0, T] \rightarrow \mathbb{R}^3$, $t \mapsto \vec{\gamma}(t)$ mit $\vec{\gamma}(0) = \vec{r}_A$ (= Ortsvektor von A), $\vec{\gamma}(T) = \vec{r}_B$ (= Ortsvektor von B). Die Parametrisierung sei so gewählt, dass Anfangs- und Endgeschwindigkeit jeweils verschwinden, d.h. $\dot{\vec{\gamma}}(0) = \dot{\vec{\gamma}}(T) = \vec{0}$.

a) Zeigen Sie, dass eine externe Kraft $\vec{F}^{ex}(t)$ gegeben durch

$$\vec{F}^{ex}(t) = \begin{cases} -\vec{F}(\vec{r}_A) & : t < 0 \\ -\vec{F}(\vec{\gamma}(t)) + m\ddot{\vec{\gamma}}(t) & : 0 \leq t \leq T \\ -\vec{F}(\vec{r}_B) & : T < t \end{cases}$$

den Massenpunkt aus der Ruheposition A exakt längs des Wegs c in die Ruheposition B bringt.

b) Die unter a) angegebene externe Kraft verrichtet die Arbeit

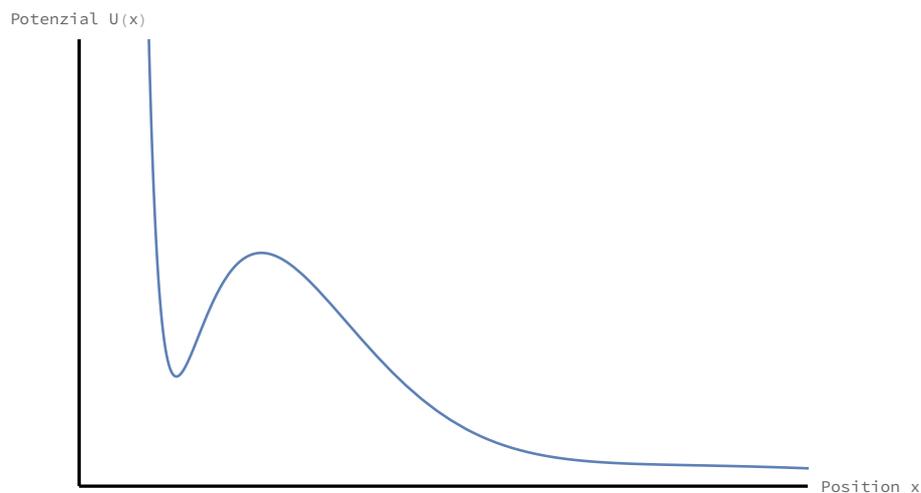
$$W^{ex} = \int_0^T \langle \vec{F}^{ex}(t), \dot{\vec{\gamma}}(t) \rangle dt.$$

Zeigen Sie, dass $W^{ex} = U(\vec{r}_B) - U(\vec{r}_A)$.

c) Beantworten Sie alle anfangs aufgeführten Fragen.

14 Eindimensionale Bewegung

(10)



Zeichnen Sie analog zur Vorlesung für das obige Potenzial typische Bahnen im Zustandsraum ein. Charakterisieren Sie die unterschiedlichen Bahntypen.

15 Förderband

(10)

Gegeben sei ein System bestehend aus einem Reservoir von Masseteilchen, die auf ein unendlich langes Förderband fallen. Der Massestrom vom Reservoir auf das Förderband sei zeitlich konstant und es wirke eine äußere Kraft auf das Förderband, s.d. die Geschwindigkeit \vec{v} des Förderbandes konstant ist. Bestimmen Sie diese Kraft unter der Annahme, dass sich das Förderband entlang der x -Richtung bewege und der Massestrom senkrecht auf das Förderband fällt.

