
Theoretische Physik I

1. Übung

Wintersemester 18/19

Aufgaben 1 und 2 werden in der Übung am 12.10. diskutiert bzw. bearbeitet. Aufgaben 2,3 und 4 sollen schriftlich bearbeitet und abgegeben werden. Abgabe bis Mittwoch, den 17.10.2018, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.

1 Zur Diskussion

1. Was ist ein Inertialsystem?
2. Kann man die träge Masse eines Körpers mittels einer Waage bestimmen?
3. Was versteht man unter dynamischer Massenbestimmung ?
4. Wie lässt sich die Größe *Kraft* in der Newtonschen Mechanik prinzipiell bestimmen?

2 Geschwindigkeit und Beschleunigung in Polarkoordinaten (10)

In dieser Aufgabe sollen Sie die Geschwindigkeit und die Beschleunigung eines Weges in Polarkoordinaten berechnen. Ein wesentlicher Punkt dabei ist, dass Sie sich klar machen, wie Geschwindigkeit und Beschleunigung definiert sind und dass diese im Allgemeinen nicht so intuitiv zu berechnen sind, wie dies in kartesischen Koordinaten der Fall ist.

- a) Betrachten Sie also einen Weg $\vec{r} = r\vec{e}_r$, wobei $\vec{e}_r = \cos(\varphi)\vec{e}_x + \sin(\varphi)\vec{e}_y$, der durch den Radius $r(t)$ und den Winkel $\varphi(t)$ parametrisiert ist. Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit \vec{v} und die Beschleunigung \vec{a} wie folgt gegeben sind:

$$\vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\varphi}\vec{e}_\varphi, \quad \vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2)\vec{e}_r + (2\dot{r}\dot{\varphi} + r\ddot{\varphi})\vec{e}_\varphi,$$

wobei $\vec{e}_\varphi = -\sin(\varphi)\vec{e}_x + \cos(\varphi)\vec{e}_y$.

- b) Machen Sie sich für das Beispiel $r(t) = r_0(1 + t)$ und $\varphi(t) = \frac{1}{8\pi}t^2$ klar, wie deren Geschwindigkeit und Beschleunigung aussehen. Fertigen Sie dazu eine Skizze des Weges für $t \in [0, 4\pi]$ an und zeichnen Sie an einigen Punkten dieses Weges die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektoren ein.

3 Geschwindigkeit und Beschleunigung in kartesischen Koordinaten (10)

Gegeben sei der Weg

$$\vec{r}(t) = \cos(\omega t)\vec{e}_x + \sin(2\omega t)\vec{e}_y.$$

Berechnen Sie die Geschwindigkeit und Beschleunigung dieses Weges. Fertigen Sie eine Skizze des Weges an und zeichnen Sie die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektoren für eine sinnvolle Wahl von ω an einigen Punkten des Weges ein.

4 Bremsweg und Kurvenbeschleunigung (5+5)

Alle zur Lösung dieser Aufgabe verwendeten Formeln sollen aus den elementaren kinematischen und dynamischen Grundbegriffen wie etwa *Bahn*, *Geschwindigkeit*, *Beschleunigung* und den Newtonschen Axiomen hergeleitet und begründet werden. Einfaches Übernehmen aus Formelsammlungen zählt nicht!

- a) Ein Fahrzeug bremst von einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 mit konstanter Verzögerung, also negativer Beschleunigung $a_0 < 0$, bis zum Stillstand ab. Welche Strecke s legt es während dieses Bremsvorgangs zurück? Bestimmen Sie s bei $a_0 = -7\text{m/s}^2$ für Anfangsgeschwindigkeiten $v_0 = 25\text{km/h}$, 50km/h und 75km/h . Welche Bremskraft muss dabei aufgewendet werden, wenn die Fahrzeugmasse 1t beträgt? Welche Kraft muss ein unangeschnallter Fahrer (Masse 80kg) während des Bremsens aufwenden, um nicht vom Sitz zu rutschen?
- b) Nun fährt das Fahrzeug mit betraglich konstanter Geschwindigkeit von 100km/h durch eine Kurve mit Radius 20m . Welche Beschleunigung erfährt hierbei das Fahrzeug? Welche Kräfte wirken hierbei auf Fahrzeug und Fahrer? Geben Sie hier auch die Richtungen der Beschleunigungen und Kräfte an.