

Physik I und Einführung in die theoretische Physik I

Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

20. April 2011

1. Fermi-Fragen

Überlegen Sie sich sinnvolle Annahmen, um die folgenden Fragen zu beantworten:

- Wie viele PKW können pro Tag den Elbtunnel durchqueren, wenn drei Spuren benutzt werden und es keinen Stau gibt?
- Wie viele PKW und LKW sind es, wenn eine der drei Spuren nur durch LKW benutzt wird und die beiden anderen durch PKW?
- Wie lang müsste ein Güterzug sein, um die gleiche Warenmenge zu transportieren wie diese Anzahl an LKW?
- Die Baukosten für die vierte Elbtunnelröhre betragen ca. 550 M€. Wie hoch müsste eine PKW-Maut sein, um diese Kosten innerhalb von 10 Jahren zu decken?

2. Wurf im beschleunigten Zug

Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird ein Ball im Waggon eines ruhenden Zuges schräg nach oben geworfen. Der Ausgangspunkt dieses Wurfs sei $\vec{r}_{b0} = (s_0, 0, h_0)$, seine Anfangsgeschwindigkeit sei $\vec{v}_{b0} = (v \cos \alpha, 0, v \sin \alpha)$. Nach dem Loslassen erfährt er die konstante Beschleunigung $\vec{a}_b = (0, 0, -g)$. Zum gleichen Zeitpunkt beginnt der Zug zu beschleunigen. Seine Beschleunigung sei $\vec{a}_h = (a, 0, 0)$ und ebenfalls konstant.

- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten $\vec{v}_b(t)$, $\vec{v}_h(t)$ und Bahnkurven $\vec{r}_b(t)$, $\vec{r}_h(t)$ des Balls und der Wurfhand. Dabei soll sich die Hand relativ zum Waggon in Ruhe zu befinden.
- In welchem Winkel α muss der Ball abgeworfen werden, damit er wieder in die Wurfhand zurückkehrt?
- Welche Bahn beobachtet der Werfer im Zug in diesem Fall?

Eine Skizze kann bei der Lösung dieser Aufgabe hilfreich sein.

3. Kanonische Basisvektoren

Betrachten Sie eine kanonische Basis $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ und geben Sie alle Skalarprodukte $\vec{e}_i \cdot \vec{e}_j$ und Vektorprodukte $\vec{e}_i \times \vec{e}_j$ für $i, j = 1, \dots, 3$ an.

4. Spiralbahn

Gegeben sei die Bahnkurve eines Massenpunktes, die wie folgt beschrieben wird:

- Die Bahn hat die Form einer Rechtsschraube, die symmetrisch um die z -Achse verläuft.
 - Die Projektion der Bahn auf die x, y -Ebene ist ein Kreis vom Radius r .
 - Der Abstand zwischen zwei Windungen in z -Richtung ist h .
 - Die Bahn schneidet die positive x -Achse.
 - Die z -Komponente der Geschwindigkeit des Massenpunktes ist konstant v .
- (a) Geben Sie eine Gleichung für die Bahnkurve $\vec{r}(t)$ an in kartesischen und in Zylinderkoordinaten an.
- (b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ und Beschleunigung $\vec{a}(t)$ des Massenpunktes.