

Physik I und Einführung in die theoretische Physik I

Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

27. April 2011

1. Spatprodukt

Das Spatprodukt dreier Vektoren $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ist definiert als $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$.

- Geben Sie eine Formel für das Spatprodukt in Komponenten bezüglich einer kanonischen Basis $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ an.
- Zeigen Sie, dass das Spatprodukt symmetrisch unter einer zyklischen Vertauschung der drei Vektoren $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ und antisymmetrisch unter Vertauschung zweier beliebiger Vektoren ist.
- Welchen Wert hat das Spatprodukt, wenn $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ein orthonormiertes Rechtssystem bilden? Wie ist es bei einem orthonormierten Linkssystem?

2. Beschleunigungsmesser

Sie fahren in einem PKW mit einem Navigationssystem, das zusätzlich zum GPS-Empfänger einen Beschleunigungsmesser beinhaltet, durch den Elbtunnel. Bei der Einfahrt in den Elbtunnel wird das GPS-Signal unterbrochen; der letzte angezeigte Geschwindigkeitswert beträgt 20m/s. Danach meldet der Beschleunigungsmesser folgende Werte:

- 50s lang $a = 0\text{m/s}^2$
- 10s lang $a = -1\text{m/s}^2$
- 20s lang $a = 0\text{m/s}^2$
- 10s lang $a = 0,5\text{m/s}^2$

Danach geraten Sie in einen Stau und bremsen innerhalb von 10s bis zum vollständigen Stillstand ab.

- Tragen Sie die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit graphisch auf.
- Was zeigt der Beschleunigungsmesser in der letzten Bremsphase an?
- Wie weit sind Sie in den Elbtunnel hineingefahren? Können Sie diese Frage 1. durch eine Rechnung, 2. unter Benutzung des Diagramms aus dem ersten Aufgabenteil lösen?

3. Wendeltreppe

Jannis möchte möglichst schnell nach unten und rutscht daher auf dem Geländer einer Wendeltreppe abwärts. Da dieses frisch geputzt wurde, gibt es keine Reibung und die z -Komponente seiner Beschleunigung hat den konstanten Wert a . Bei der Wendeltreppe handelt es sich um eine Rechtsschraube, die Höhe eines Stockwerks sei h und der Abstand des Geländers vom Zentrum der Wendeltreppe sei r .

- (a) Geben Sie die Bahnkurve, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung in Zylinderkoordinaten an.
- (b) Wie hoch ist der Betrag $|\vec{v}|$ seiner Geschwindigkeit, wenn er n Stockwerke gerutscht ist und seine Beschleunigung gegeben ist durch

$$a = -g \frac{h^2}{h^2 + (2\pi r)^2} ?$$

- (c) Nach wie vielen Stockwerken würden Sie spätestens abspringen? Verwenden Sie dabei die Werte $h = 3\text{m}$, $r = 1\text{m}$ und $g = 9,81\text{m/s}^2$.
- (d) Jannis habe die Masse m . Bestimmen Sie seinen Impuls \vec{p} und seinen Drehimpuls $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$.
- (e) Welche Kräfte wirken auf Jannis? Zerlegen Sie seine Impulsänderung $\dot{\vec{p}}$ in verschiedene Komponenten, die Sie den verschiedenen Kräften zuordnen.