

Physik I und Einführung in die theoretische Physik I

Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

10. November 2011

1. Erhaltungssätze in der Mechanik

- (a) Welche Erhaltungssätze kennen Sie in der Mechanik?
- (b) Können Sie Prozesse angeben, in denen einer oder mehrere dieser Erhaltungssätze verletzt sind?
- (c) Können Sie diese Verletzung erklären?
- (d) Betrachten Sie als Beispiel die Energie. Welche Energieformen (in der Mechanik) kennen Sie?

2. Raketengrundgleichung

Betrachten Sie eine Rakete, auf die keine äußeren Kräfte wirken (freier Flug im Weltraum weit entfernt von Schwerkrafteinflüssen).

- (a) Sei m die Masse der Rakete und v ihre Geschwindigkeit. Nehmen Sie an, dass das Triebwerk eine (kleine) Masse $-dm$ mit der Geschwindigkeit v_g relativ zur Rakete nach hinten ausstößt. Die Masse der Rakete ändere sich also um den negativen Wert dm . Um welchen Betrag dv ändert sich dabei die Geschwindigkeit der Rakete?
- (b) Geben Sie eine Differentialgleichung an, die den Zusammenhang zwischen v und m beschreibt.
- (c) Lösen Sie die Differentialgleichung und bestimmen Sie $v(m)$ mit der Anfangsbedingung $v(m_0) = 0$, wobei m_0 die Masse der voll betankten Rakete ist.
- (d) Was können Sie über die Bewegung des gemeinsamen Schwerpunkts von Rakete und ausgestoßenem Treibstoff aussagen?

3. Vektorrechnung

- (a) Zeigen Sie, dass gilt:

$$\sum_k \epsilon_{ijk} \epsilon_{lmk} = \delta_{il} \delta_{jm} - \delta_{im} \delta_{jl} \quad \text{und} \quad \sum_{j,k} \epsilon_{ijk} \epsilon_{ljk} = 2\delta_{il}.$$

- (b) Nutzen Sie dieses Ergebnis, um zu zeigen, dass gilt:

$$(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot (\vec{c} \times \vec{d}) = (\vec{a} \cdot \vec{c})(\vec{b} \cdot \vec{d}) - (\vec{b} \cdot \vec{c})(\vec{a} \cdot \vec{d}).$$