

Theoretikum zur Vorlesung

Theoretische Physik I für Lehramtskandidaten

Blatt 9

Aufgabe 1 (Menschliche Rakete)

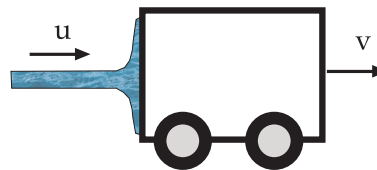
Ein großer Schlitten der Masse M_0 ruht auf einer Eisfläche, auf der er sich reibungsfrei bewegen kann. Eine Gruppe von n gleichschweren Menschen (Masse m) steht am vorderen Ende des Schlittens. Diese Personen laufen los und springen am hinteren Ende mit der Geschwindigkeit v_{rel} relativ zum Schlitten ab. Berechnen und vergleichen Sie die erreichbare Rückstoßgeschwindigkeit des Schlittens

- wenn eine Person nach der anderen losläuft und abspringt,
- wenn alle gleichzeitig abspringen.

Aufgabe 2 (Druck eines Wasserstrahls)

Der Hochdruck-Wasserstrahl aus einem Feuerwehrschauch wird auf eine Wand gerichtet.

- Welche Kraft F wirkt auf die Wand, wenn die Geschwindigkeit u des Strahls in Längsrichtung vollständig abgebremst wird? (Hinweis: Zerlegung des Strahls in Scheiben und Benutzung der Newtonschen Gesetze.)
- Berechnen Sie den Wert der Kraft F für die Parameter: Geschwindigkeit $u = 30 \text{ m s}^{-1}$, Querschnittsfläche des Strahls $Q = 20 \text{ cm}^2$, Dichte des Wassers $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$.
- Wie ändert sich die Formel für F , wenn der Wasserstrahl auf einen Wagen trifft, der sich mit der Geschwindigkeit v bewegt?
- Lösen Sie die Bewegungsgleichung für den Wagen (Masse M) wenn er anfangs die Geschwindigkeit $v = 0$ hat. Reibungseffekte und die Ablenkung des Wasserstrahls durch die Schwerkraft sollen dabei vernachlässigt werden.

**Aufgabe 3** (3-Teilchen-System)

Für ein N -Teilchen-System lässt sich die kinetische Energie in einen Anteil der Schwerpunktbewegung und einen Anteil der inneren Bewegung aufteilen, $T = T_s + T_{\text{int}}$. Beweisen Sie, dass man für den Fall $N = 3$ schreiben kann

$$T_{\text{int}} = \frac{1}{2} \frac{1}{M} (m_1 m_2 \vec{v}_{12}^2 + m_2 m_3 \vec{v}_{23}^2 + m_3 m_1 \vec{v}_{31}^2)$$

mit der Gesamtmasse $M = m_1 + m_2 + m_3$. Die auftretenden Geschwindigkeiten sind die Zeitableitungen der drei Relativkoordinaten $\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$, $\vec{r}_{23} = \vec{r}_3 - \vec{r}_2$, $\vec{r}_{31} = \vec{r}_1 - \vec{r}_3$. Sind diese Geschwindigkeiten voneinander unabhängig? Wie vergleicht sich das Resultat mit der in der Vorlesung abgeleiteten Zerlegung in Schwerpunkts- und Relativbewegung?