

Prof. Dr. Tobias Brandes

Dr. Javier Cerrillo, Dr. Vitaly Belik, Mathias Hayn, Alexander Kraft

Sina Böhling, Manuel Katzer, Anne-Kathleen Malchow, Jonas Rezacek

5. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

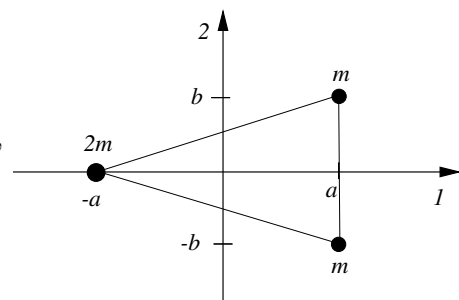
Abgabe: Fr. 20. November 2015 bis 12:00 Uhr im Briefkasten am Ausgang des ER-Gebäudes

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden **Zwischenschritte** und **ausführliche Kommentare** zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es Punkte! Die Abgabe soll in 3er-Gruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium an!

Aufgabe 1 (2+6+2=10 Punkte): Trägheitstensor

Berechnen Sie die Trägheitstensoren für:

1. die abgebildeten starr verbundenen Punktmassen,
2. einen Voll- und einen Hohlzylinder mit Höhe h , Masse M und konstanter Dichte,
3. eine Kugel mit Masse M und konstanter Dichte.



Verwenden Sie jeweils ein Koordinatensystem (Ausrichtung sinnvoll wählen) mit dem Ursprung im Schwerpunkt des jeweiligen Systems.

Aufgabe 2 (5 Punkte): Rollende Zylinder

Ein Vollzylinder und Hohlzylinder, der die gesamte Masse auf seiner Mantelfläche hat, rollen eine schiefe Ebene hinunter. In Aufgabe 1 hatten Sie gezeigt, dass die Trägheitsmomente für Rotationen um die Zylinderachsen gegeben sind durch:

$$I_{\text{Voll}} = \frac{1}{2}MR^2 \qquad I_{\text{Hohl}} = \frac{1}{2}M(R_{\text{aussen}}^2 + R_{\text{innen}}^2)$$

Berechnen Sie die Beschleunigung der beiden Zylinder. Welches Verhältnis haben die Beschleunigungen zu der eines die Ebene hinabgleitenden Massepunktes?

Tipp: Benutzen Sie die Energieerhaltung.

Aufgabe 3 (5 Punkte): Corioliskraft

Von der Spitze des Grunewaldturms wird eine Kugel fallengelassen. Beschreiben Sie diese angenähert als punktförmig und vernachlässigen Sie die Luftreibung.

1. In welcher Himmelsrichtung erwarten Sie eine Ablenkung von der Lotlinie? Begründen Sie die Antwort phänomenologisch und rechnerisch!
2. Nach welcher Zeit t_a prallt die Kugel auf den Boden auf? Wie groß ist die Ablenkung am Boden? Die geographische Breite von Berlin ist $\theta = 52,5^\circ$ Nord und die Höhe des Turmes ist $h = 55\text{m}$.

Hinweis: Nehmen Sie an, daß der Körper senkrecht fällt und berechnen Sie aus dieser Bahnkurve die Abweichung.

Aufgabe 4 (5 Punkte): *Zeitabhängiger Basiswechsel*

In der Vorlesung wurde gezeigt, dass die Beschleunigung in einem Nicht-Inertialsystem K' gegeben ist durch

$$m\ddot{\vec{x}}' = \vec{F}' - \underbrace{2m\Omega'\dot{\vec{x}}'}_{\text{Coriolis-artig}} - m\dot{\Omega}'\vec{x}' - m\Omega'\Omega'\vec{x}' .$$

Es soll nun eine Matrix $\Omega'(t)$ gefunden werden, die nur eine Coriolis-artige Scheinkraft ergibt. Machen Sie den Ansatz $\Omega'(t) = g(t)\mathbb{1}$, wobei $g(t)$ eine skalare Funktion ist, und bestimmen Sie $g(t)$ durch Separation der Variablen mit der Randbedingung $g(0) = 1$. Zeigen Sie, dass man als Scheinkraft eine Reibungskraft mit zeitabhängigem Reibungskoeffizienten $\gamma(t)$ erhält. *Hinweis:* Die $'$ -Zeichen sind in dieser Aufgabe keine Ableitungen.