

## Übung 11 Physik 1

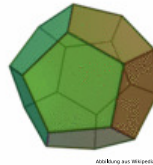
[https://ecampus.uni-bonn.de/goto\\_ecampus\\_crs\\_2727296.html](https://ecampus.uni-bonn.de/goto_ecampus_crs_2727296.html)

### Anwesenheitsaufgaben

Wird in der Übungsgruppe am 10.01.2023-12.01.2023 besprochen.

#### 1. Trägheitsmoment, Trägheitstensor

Betrachten Sie ein regelmäßiges Pentagon-Dodekaeder (siehe Abbildung).



- a) Ist das Trägheitsmoment eines Volldodekaeders größer, kleiner oder gleich dem eines Hohldodekaeders gleicher Masse und Maße, wenn die Drehachse die Verbindungslinie der Mitten zweier gegenüberliegender Fünfecke darstellt?
- b) Kann die folgende Matrix die Komponenten eines Trägheitstensors darstellen (Einheiten  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )?

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ -1 & 2 & 1 \\ 1 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

- c) Kann der folgende Trägheitstensor von einem Würfel stammen (Einheiten  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )?

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

---

**Hausaufgaben**      Ausgabe am 16.12.2022, Abgabe am 23.12.2022, Besprechung am 10.01.2023-12.01.2023

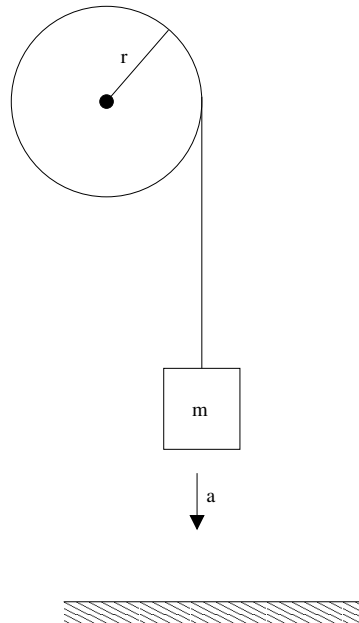
(5<sup>Pkte.</sup>)

#### 1. Trägheitsmoment eines Kegels

Bestimmen Sie das Trägheitsmoment eines Kegels der Höhe  $H$  und Radius  $r$  mit konstanter Massendichte  $\rho$  bei Rotation um die Kegelachse.

**(5<sup>Pkte.</sup>) 2. Masse an einem Rad**

Ein homogenes Rad (Vollzylinder) mit Masse  $M = 1 \text{ kg}$  und Radius  $r = 10 \text{ cm}$  werde über eine Schnur in Rotation um seine Symmetrieachse versetzt. An der Schnur befinde sich eine Masse  $m = 1 \text{ kg}$  im Schwerfeld der Erde (siehe Abbildung). Nachdem die Masse um die Strecke  $h = 1 \text{ m}$  abgesunken ist, schlägt das Gewicht auf dem Boden auf. Das Rad rotiere zunächst reibungsfrei.



- a) (3 Pkte.) Zeigen Sie mit Hilfe der Energieerhaltung, dass die Masse mit einer Beschleunigung von

$$a = \ddot{s}(t) = \frac{2}{3}g \quad (1)$$

absinkt. *Hinweis:*  $\frac{d}{dt}s^2 = 2 \cdot \dot{s}\ddot{s}$

- b) (1 Pkt.) Nach welcher Zeit nach dem Loslassen schlägt die Masse auf dem Boden auf?
- c) (1 Pkt.) Wie groß ist die maximale Winkelgeschwindigkeit, mit der das Rad rotiert?

**(3<sup>Pkte.</sup>) 3. Rotationsenergie**

Nehmen Sie an, Sie wollten Energie in großen, schnell rotierenden Walzen speichern. Betrachten Sie als Beispiel eine Walze mit Radius  $r = 2 \text{ m}$ , Länge  $L = 10 \text{ m}$  und Dichte  $\rho = 5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , die sich mit Winkelgeschwindigkeit  $\omega_0 = 50 \text{ s}^{-1}$  dreht.

- a) (1 Pkt.) Wie groß ist die gespeicherte Energie?
- b) (1 Pkt.) Welche Leistung wird frei, wenn die Walze in 2 s abgebremst wird?
- c) (1 Pkt.) Vergleichen Sie das Ergebnis aus (b) mit der Leistung, die frei wird, wenn ein Zug (Masse  $M_Z = 4 \cdot 10^6 \text{ kg}$ , Geschwindigkeit  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ) in der gleichen Zeit bis zum Stillstand abgebremst wird.

**(4<sup>Pkte.</sup>) 4. Pulsare**

Pulsare sind rotierende Sterne, die fast ausschließlich aus sehr dicht gepackten Neutronen bestehen. Die Drehfrequenz der Rotation nimmt mit der Zeit (aufgrund von dissipativen Effekten) ab. Betrachten Sie einen  $1,5 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  schweren Pulsar mit 20 km Radius. Seine aktuelle Rotationsfrequenz betrage  $2.1 \text{ U/s}$ , welche sich mit  $1.0 \cdot 10^{-15} \text{ U/s}^2$  verlangsamt.

- a) (2 Pkte.) Mit welcher Rate (in J/s oder W) verringert sich die Rotationsenergie?
- b) (2 Pkte.) Wie lange dauert es bis der Pulsar nicht mehr rotiert, unter der Annahme der Energieverlust sei zeitlich konstant?

*Hinweis:* Beschreiben Sie den Pulsar als Kugel mit konstanter Dichte ( $I = \frac{2}{5}mr^2$ ) und  $\frac{d}{dt}\omega^2 = 2\omega\frac{d\omega}{dt}$