

# Übungen zu Physik I, Hausübung 11

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos

Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn

Abgabe: Dienstag, 5.1.2010 vor der Vorlesung

---

[H37] Musik (1 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 3 Punkte)

Vor Konzerten stimmen Musiker ihre Instrumente aufeinander ab, indem sie gleichzeitig dieselbe Note spielen und die dabei entstehenden Schwebungen hören.

- Nehmen wir an, der Abstand zweier Maxima der Lautstärke sei 2 Sekunden. Wie groß ist dann die Differenz der Frequenzen der beiden gespielten Töne?
- In welcher Weise muss sich das Lauter- und Leiser-werden verändern, wenn sich die Frequenzen der beiden Instrumente einander nähern?

Ein einzelnes Instrument erzeugt in der ersten Reihe einen Intensitätspegel von  $L_I = 80$  dB.

- Welchen Intensitätspegel  $L_H$  eines einzelnen Instrumentes hören Sie, wenn Sie sich in die letzte Reihe setzen, also Ihre Entfernung verdoppeln?
- Welchen Intensitätspegel  $L_O$  nehmen Sie in der ersten Reihe wahr, wenn das gesamte Orchester mit 4 gleich lauten Instrumenten spielt?
- Welchen Pegel hören Sie, wenn Sie in der ersten Reihe ein solches Instrument zusammen mit einer Trompete ( $L_T = 90$  dB) wahrnehmen?

Schallpegel in deziBel ( $\text{dB}_A$ ):  $L_{\text{dB}} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$  mit  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

[H38] Matrix (0,5 + 0,5 + 1 + 1,5 + 0,5 = 4 Punkte)

Es sei

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \sqrt{3} & 0 \\ \sqrt{3} & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Bestimme für  $A$

- Determinante,
- Inverses,
- Eigenwerte,
- Eigenvektoren,
- Hauptachsentransformation (d.h. die Matrix  $R$ , so dass  $RAR^T$  diagonal ist).

[H39] Lineare Gleichungssysteme (1 + 2 = 3 Punkte)

- Besitzt das Gleichungssystem

$$x + 3y + 3z = 0$$

$$x - y + z = 0$$

$$2x + y + 3z = 0$$

eine nichttriviale Lösung? Wenn ja, welche?

- Besitzt das Gleichungssystem

$$x + 2y + 3z = 1$$

$$-y + z = 2$$

$$2x + y - 3z = 3$$

eine Lösung? Wenn ja, welche?

**Bitte wenden!**

[H40\*] Trägheitstensor (2 Sonderpunkte)  
Berechne den Trägheitstensor bezüglich des Koordinatenursprungs des durch

$$A = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid 0 \leq x \leq y \leq z \leq 1\}$$

definierten Körpers unter der Annahme, dass die Dichte  $\rho$  konstant ist (siehe [P19a] und [H32c]).

[H41\*] Unfall im Weihnachtsverkehr (3 Sonderpunkte)  
Aus physikalischen Gründen werden zur pünktlichen Zustellung der Geschenke mehrere Weihnachtsmänner benötigt<sup>1</sup>. Vier von ihnen haben sich mit ihren Schlitten im Nebel auf einer ebenen Fläche verfahren und fahren jeweils mit konstanter Geschwindigkeit und Richtung. Der Vierte von ihnen wäre fast mit dem Ersten und später auch mit dem Zweiten kollidiert. Außerdem hat er über Bordfunk erfahren, dass es bereits Beinahe-Kollisionen des Ersten mit dem Zweiten, des Ersten mit dem Dritten sowie des Zweiten mit dem Dritten gab. Sollte er die Richtung ändern? (Hinweis: Es geht darum zu ermitteln, ob sich die Trajektorien des dritten und des vierten Schlittens schneiden. Anhand der gegebenen Informationen ist nicht zu entscheiden, ob dies in der Zukunft oder in der Vergangenheit (bevor die Schlitten ihre gleichförmige Bewegung aufgenommen haben) passiert. Diese Aufgabe ist nicht ganz einfach. Bitte nicht drin verbeissen!)

**Frohe Weihnachten und einen Guten Rutsch!**

---

<sup>1</sup><http://www.physlink.com/Fun/IsThereSanta.cfm> (Aber siehe auch <http://www.physorg.com/news2487.html> für eine gegenteilige Ansicht).