

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I
Prof. Dr. K. Roßnagel, WS 2021/22
Blatt 9 – zu bearbeiten bis zum 11.01.2022

Frohe Festtage!

1. Ausgehend vom Drehimpuls L eines Massepunktes

$$\begin{aligned} \vec{L} &= \vec{r} \times \vec{p}, \\ \text{mit } \vec{p} &= m\vec{v} \\ \text{und } \vec{v} &= \vec{\omega} \times \vec{r} \end{aligned}$$

zeigen Sie, daß mit

$$\begin{aligned} \vec{r} &= r \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \\ 0 \end{pmatrix} \\ \text{und } \vec{\omega} &= \omega \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \end{aligned}$$

gilt:

$$\vec{L} = mr^2\vec{\omega}.$$

Rechnen Sie die Komponenten der Kreuzprodukte explizit aus und vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Anwendung der Identität

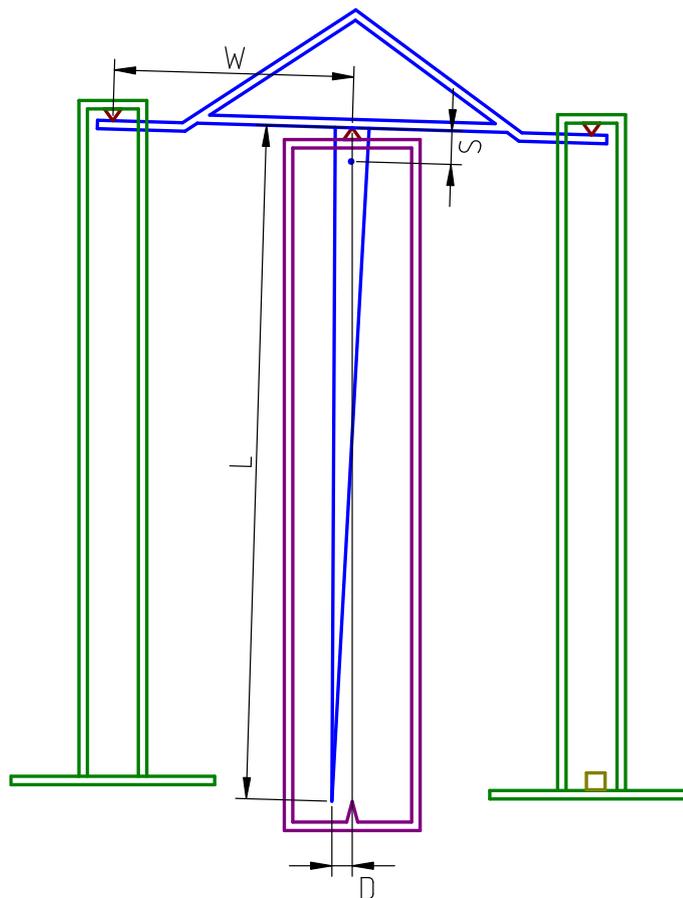
$$\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b}).$$

Zusatzaufgabe: Beweisen Sie diese Formel allgemein.

2. Das Bild zeigt das Schema einer Analysewaage. Der Abstand vom zentralen Auflager zu den Auflagern der Waagschalen (grün) sei $W = 10\text{ cm}$. Der Zeiger am Balken (blau) habe die Länge $L = 25\text{ cm}$. Der Balken mit Zeiger habe die Masse $M = 100\text{ g}$. Ohne aufgelegte Gewichte schwingt der Zeiger um die Mittelstellung. Wenn auf die rechte Schale ein Gewicht von $\Delta m = 10\text{ mg}$ aufgelegt wird, dann verschiebt sich die Zeigerstellung um $D = 8\text{ mm}$.

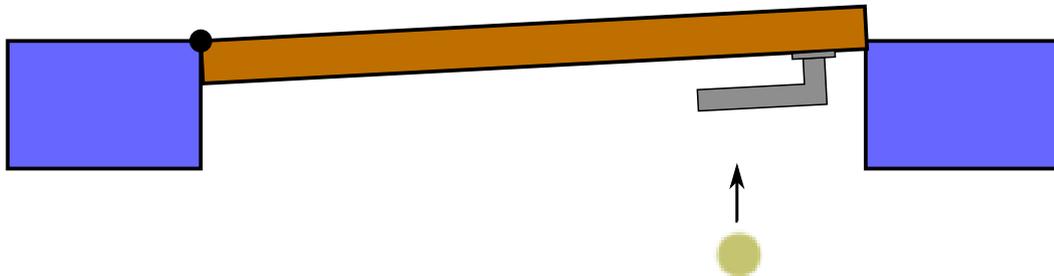
Wie groß ist der Abstand S vom Schwerpunkt des Balkens zum Auflager?

- Geben Sie die Empfindlichkeit der Waage an, das ist der Zeigerausschlag pro Masseunterschied.
- Skizzieren Sie alle Kräfte, die auf den Balken wirken.
- Bestimmen Sie Ausdrücke für alle Drehmomente.
- Welches Newton'sche Axiom kommt zur Anwendung?
- Bestimmen Sie S .
- Wie kann die Empfindlichkeit der Waage erhöht werden?
- Wie wird erreicht, dass sich die Masse der Waagschalen und aufliegenden Gewichte nicht wesentlich auf die Empfindlichkeit der Waage auswirkt?



3. Eine 70 cm breite Tür sei angelehnt. Sie werfen einen 75 g schweren Tennisball mit der Geschwindigkeit 25 m/s senkrecht gegen die Tür. Sie treffen knapp über der Türklinke, 10 cm von Rand der Tür. Der Tennisball prallt elastisch ab, und die Tür schwingt in den dahinter liegenden Raum auf.

Wie groß ist der auf die Tür übertragenen Drehimpuls.



4. Beim Befahren einer einsamen Landstraße haben Sie eine Reifenpanne. Die Radmutter sind etwas angerostet. Ihr Radmutternschlüssel ist 30 cm lang. Sie stecken diesen auf eine der Muttern. Dabei steht der Schlüssel 35° aus der Horizontalen nach oben. Sie stellen sich mit Ihrem ganzen Gewicht auf das Ende des Schlüssels.
- Wie groß ist das auf die Schraube übertragene Drehmoment?
 - Wie kann man den Schlüssel anders aufstecken, um mehr Drehmoment aufzubringen?
 - Wenn die Radmutter wieder angezogen werden soll das Drehmoment 120 Nm betragen. Wie viel Kraft muß am Ende des Schlüssels aufgebracht werden?