

## 6. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 16/17)

### Impuls und Schwerpunkt

Abgabe am 1./2.12.2016 in den Übungen

Name(n): \_\_\_\_\_ Gruppe: \_\_\_\_\_ Punkte: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

#### 6.1 Bewegung mit variabler Masse (10 Punkte)

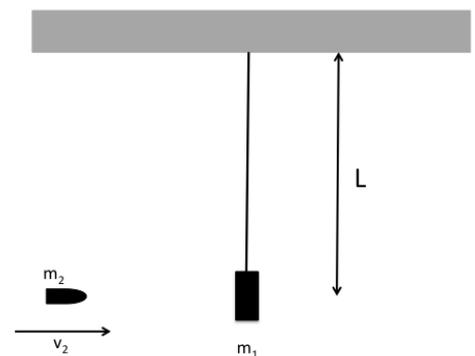
Ein offener Schüttgut-Waggon der Bahn mit der Masse  $m_0 = 10$  t wird von einem Ablaufberg gestoßen. Der leere Waggon laufe, nachdem die Gleise wieder eben sind, mit einer anfänglichen Geschwindigkeit von 1 m/s unter einem Sandsilo hindurch, aus dem von oben in den fahrenden Waggon Sand gefüllt wird.

- Der Sand wird mit einem Fluss von  $\Phi = 1.5$  t pro Sekunde eingefüllt. Welche Bremsbeschleunigung erfährt der Waggon während des Beladens als Funktion der Zeit und welche Geschwindigkeit hat der Waggon nachdem 15 t Sand eingefüllt worden sind. Vernachlässigen Sie die Rollreibung des Waggons.
- Nach dem Beladen mit 15 t Sand wird der Waggon zum Stehen gebracht und es wird eine Lokomotive angehängt, die den Waggon samt Ladung mit einer Kraft  $F = 5000$  N beschleunigt. Leider wurde beim Anhängen der Lokomotive versehentlich eine Entleerungsklappe geöffnet, so dass der Waggon während der Beschleunigung Sand mit einem konstanten Fluss von  $\Phi = 500$  kg/s verliert (Der Sand falle dabei relativ zum Waggon senkrecht nach unten.). Geben Sie die Geschwindigkeit des Waggons, nachdem er vollständig entleert ist, als Funktion von  $F$  und  $\Phi$  an. Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit für die angegebenen Zahlenwerte. Vernachlässigen Sie auch hier die Reibung.

#### 6.2 Ballistik (10 Punkte)

Um eine ballistische Messung durchzuführen, wird ein kleiner quaderförmiger Holzklotz der Masse  $m_1 = 2.0$  kg an einem masselosen Faden aufgehängt. Der Schwerpunkt des Holzklotzes befindet sich Abstand  $L = 1.0$  m vom Aufhängepunkt des Fadens. Die Ausdehnung des Holzblocks kann gegenüber der Länge des Fadens vernachlässigt werden. Statt steckenzubleiben, durchdringt das Geschoss ( $m_2 = 10$  g), das mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_2 = 400$  m/s mittig auf den Holzklotz geschossen wird, den Klotz. Dabei wird das Pendel um  $\alpha = 12^\circ$  ausgelenkt.

- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten  $u_1$  des Klotzes und  $u_2$  des Geschosses unmittelbar nach dem Durchschuss.
- Welche mechanische Energie wird bei dem Vorgang in innere Energie umgewandelt?
- Welchen Winkelausschlag  $\alpha'$  hätte das Pendel erreicht, wenn das Geschoss im Klotz steckengeblieben wäre?



### 6.3 Bierdose (10 Punkte)

Bei einem Picknick auf der Neckarwiese machen Sie sich eine Dose Bier auf und genießen den ersten Schluck ganz besonders, da Ihnen in diesem Moment klar wird, dass der Schwerpunkt einer vollen Dose relativ hoch liegt und das Leeren der Dose helfen muss, den Stand der Dose auf unebenem Grund zu verbessern. Nach dem dritten Schluck werden Sie stutzig. Sie überdenken Ihre Hypothese nochmals, und Ihnen fällt auf, dass der Schwerpunkt einer völlig leeren Dose derselbe ist wie der einer vollen Dose. Bei welchem Füllstand ist der Schwerpunkt der Dose am niedrigsten?

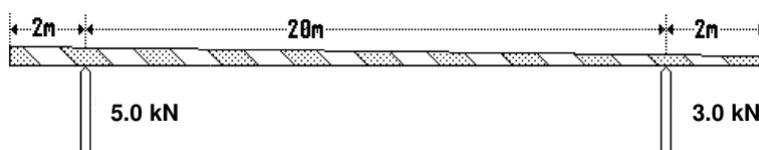
Gehen Sie vereinfachend von einer perfekt zylinderförmigen 0.5 l Dose (Innendurchmesser  $D = 64$  mm und Höhe  $H = 155$  mm) mit scheibenförmiger Boden- und Deckelplatte aus. Die Dose sei aus Weissblech gefertigt und habe eine Masse von 27.8 g.

*Zusatzfrage:* Gibt es eine Bedingung für die Lage des Schwerpunktes und der Füllhöhe des Bieres, die unabhängig von der Form des Gefäßes ist?

### 6.4 Maibaum (10 Punkte)

Ein Maibaum der Länge  $L = 24$  m wird wie unten skizziert auf zwei Böcke gestellt. Auf dem linken Bock lasten  $F_1 = 5$  kN und auf dem rechten  $F_2 = 3$  kN.

a) Bestimmen Sie die Lage des Schwerpunktes des Maibaums (von links gemessen).



b) Der Maibaum soll nun von der Mannschaft des Traditionsvereins aufgestellt werden. Bestimmen Sie die Kraft  $F$ , mit der die Mannschaft längs der als „Schwalbe“ bezeichneten Stange schieben muss, um in der skizzierten Situation den Maibaum anzuheben.

