

## 6. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 19/20)

Abgabe am 28./29.11.2019 in den Übungen

Name(n):

Gruppe:

Punkte: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

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

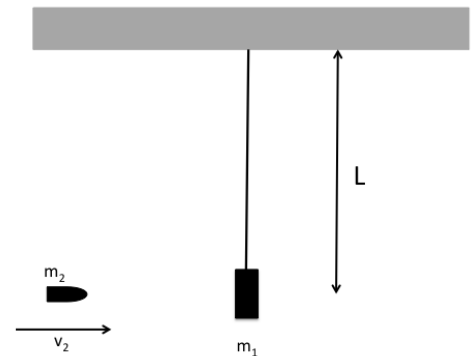
Ein offener Schüttgut-Waggon der Bahn mit der Masse  $m_0 = 10\text{ t}$  wird von einem Ablaufberg gestoßen. Der leere Waggon laufe, nachdem die Gleise wieder eben sind, mit einer anfänglichen Geschwindigkeit von  $1\text{ m/s}$  unter einem Sandsilo hindurch, aus dem von oben in den fahrenden Waggon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

- Der Sand wird mit einem Fluss von  $\Phi = 1.5\text{ t}$  pro Sekunde eingefüllt. Welche Bremsbeschleunigung erfährt der Waggon während des Beladens als Funktion der Zeit und welche Geschwindigkeit hat der Waggon nachdem  $15\text{ t}$  Sand eingefüllt worden sind? Vernachlässigen Sie die Rollreibung des Waggons.
- Nach dem Beladen mit  $15\text{ t}$  Sand wird der Waggon zum Stehen gebracht und es wird eine Lokomotive angehängt, die den Waggon samt Ladung mit einer Kraft  $F = 5000\text{ N}$  beschleunigt. Leider wurde beim Anhängen der Lokomotive versehentlich eine Entleerungsklappe geöffnet, so dass der Waggon während der Beschleunigung Sand mit einem konstanten Fluss von  $\Phi = 500\text{ kg/s}$  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  $m_1 = 2.0\text{ kg}$  an einem masselosen Faden aufgehängt. Der Schwerpunkt des Holzklotzes befinde sich Abstand  $L = 1.0\text{ m}$  vom Aufhängepunkt des Fadens. Die Ausdehnung des Holzblocks kann gegenüber der Länge des Fadens vernachlässigt werden. Das Geschoss mit der Masse  $m_2 = 10\text{ g}$  wird mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_2 = 400\text{ m/s}$  mittig auf den Holzklotz geschossen. Statt steckenzubleiben, durchdringt es den Klotz. Dabei wird das Pendel um den Winkel  $\alpha = 12^\circ$  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 Wärmeenergie 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?

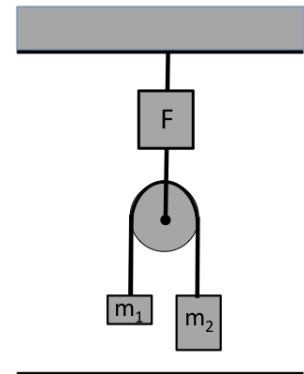
Gehen Sie vereinfachend von einer perfekt zylinderförmigen 0.5l Dose (Innendurchmesser  $D = 64 \text{ mm}$  und Höhe  $H = 155 \text{ mm}$ ) mit scheibenförmiger Boden- und Deckelplatte aus. Die Dose sei aus Weissblech gefertigt und habe eine Masse von  $27.8 \text{ g}$ .

*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 Drei Kilo – mal schwerer, mal leichter (25 Punkte)

Die Abbildung rechts zeigt zwei Massen  $m_1 = 1 \text{ kg}$  und  $m_2 = 2 \text{ kg}$ , die über einen masselosen Faden miteinander verbunden sind. Der Faden läuft über eine masselose Umlenkrolle, die an einem Kraftmesser aufgehängt ist. In Abwesenheit der Massen zeigt der Kraftmesser die Kraft  $F_F = 0 \text{ N}$  an.

- a) Zunächst sei die Umlenkrolle blockiert, d.h. die beiden Massen können sich nicht gegeneinander bewegen. Fertigen Sie eine Skizze der Anordnung an und zeichnen Sie die Gewichtskräfte  $F_{g1}$  und  $F_{g2}$  der Massen ein, sowie die Kraft  $F_F$ , die der Kraftmesser auf die Umlenkrolle ausübt. Welches Kraft  $F_F$  zeigt der Kraftmesser an?
- b) Die Blockierung wird nun gelöst und die Massen setzen sich in Bewegung. Fertigen Sie eine neue Skizze inklusive der relevanten Kräfte an. Welche Kraft  $F_F$  zeigt der Kraftmesser jetzt an?



- c) Die Masse  $m_2$  sei nun am Boden angekommen und die Anordnung sei zur Ruhe gekommen. Fertigen Sie eine neue Skizze inklusive der relevanten Kräfte an und berechnen Sie die Kraft  $F_F$ , die von dem Kraftmesser angezeigt wird.