

# Übungsblatt 4

## Besprechung am 21.11.2017/23.11.2017

### Aufgabe 1

**actio=reactio.** Käptn Jack Sparrow wird mit seinem Schiff Black Pearl in eine Seeschlacht verwickelt. Sobald das gegnerische Schiff ihn angreift, ruft er den Befehl: „Feuer erwidern“. Im Rumpf des Schiffbauches stehen 50 kg schwere Kanonen, mit denen seine Matrosen gemäß dem Prinzip „actio=reactio“ den Angriff erwidern. Dazu laden sie die Kanonen mit 5 kg schwere Kanonenkugeln. Die Kanonen zeigen  $30^\circ$  nach oben, d.h. der Abschusswinkel ist  $30^\circ$ . Angenommen die Kugeln werden innerhalb von 0,1 s auf 100 m/s beschleunigt. Auf dem ganzen Übungsblatt ist die Näherung erlaubt  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  für die Zeit und Geschwindigkeiten zu benutzen, d.h. wir gehen von gleichmässig beschleunigter Bewegung aus.

- Welche Beschleunigung wirkt auf die Kanonenkugel? Welche Kraft ist dazu nötig?
- Welche Kräfte wirken auf die Kanone in horizontaler und vertikaler Richtung während des Schusses, wenn wir Reibungskräfte zunächst vernachlässigen?
- Welche Beschleunigung erfährt die Kanone in horizontaler Richtung, wenn sie mit einem Gleitreibungskoeffizienten  $\mu_{R,G} = 0,34$  im Schiff rutscht.

### Aufgabe 2

**Ultrazentrifuge.** Ein wichtiges Laborgerät zur Analyse und Präparation von biologischen Proben ist die Ultrazentrifuge, für die der Schwede Theodor Svedberg 1926 den Chemie-Nobelpreis erhielt. In der Beschreibung des Rotors (Typ MLA-130) einer modernen Ultrazentrifuge lesen Sie: MLA-130 Rotor Package, Fixed Angle, Titanium, 10 x 2.0 mL, 130,000 rpm, 1,019,000 x g.

Hinweis: Physik ist die Kunst zu wissen, was relevant ist. Oder wie Helmholtz sagte: „Es kommt darauf an die richtigen Fragen zu stellen“.

- Mit wie viel Hertz dreht sich die Zentrifuge?
- Wie groß ist der Radius des Rotors auf den sich die Angaben beziehen?
- Wie schnell ist der Zentrifugenarm am äußersten Punkt in km/h?

### Aufgabe 3

**Haft- und Gleitreibung.** Ein Physikprofessor namens Jan will mit seinem guten Freund Martin einen hohen Berg besteigen. Dazu müssen sie einen Gletscher überqueren. Sie seilen sich aneinander an, damit sie sich gegenseitig helfen können, falls

einer von den beiden in eine Gletscherspalte fällt. Martin läuft vorne und Jan hinten. Sie laufen frühmorgens los, solange das Eis noch hart ist und die Steigeisen mehr Halt haben. Als sie gerade das letzte steile Stück mit  $40^\circ$  vor dem Gipfel erklimmen fällt der vordere der beiden in eine senkrechte Gletscherspalte. Das Seil zwischen den beiden ist 10 m lang und kann als masselos genähert werden. Ebenso ist die Reibung des Seiles auf dem Eis zu vernachlässigen.

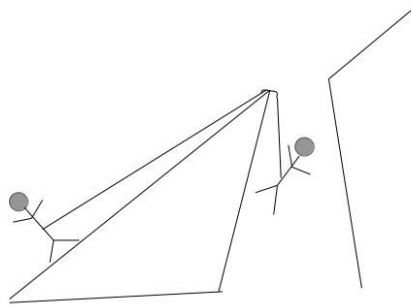


Abbildung 1: Martin fällt in die Gletscherspalte. Der Hangwinkel beträgt  $40^\circ$

- a) Martin, der nun in der senkrechten Spalte hängt, wiegt 80 kg. Wenn wir zunächst annehmen, dass das Eis perfekt rutscht, also keine Reibung besitzt. Wie schwer müsste dann Jan sein, um den Vorderen nur durch sein Gewicht zu halten?
- b) Jan wiegt jedoch auch nur ca. 80 kg und so reißt es ihn durch den Sturz des Vordermannes nach vorne, wo er beginnt über das Eis zu rutschen. Wie groß ist die resultierende Kraft, mit der er hangaufwärts gezogen wird?
- c) Wie groß müsste der Gleitreibungskoeffizient des Eises sein, damit Jan ohne eigene Anstrengung stehen bleibt? Schätzen Sie ab (Intuition ist nicht immer richtig, aber oft hilfreich) oder schauen Sie nach ob Eis genug Gleitreibung besitzt, damit Jan nur durch diesen Effekt gestoppt wird.
- d) Wie viel Zeit bleibt Jan um zu reagieren, bevor er ebenfalls in die Spalte fällt? (Angenommen die Startgeschwindigkeit ist 0, es sind noch 8 m bis zur Spalte und bei Vernachlässigung des Gleitreibungskoeffizienten.)