Prof. Dr. F. Bernlochner
Dr. T. Lenz, Dr. Y. Dieter

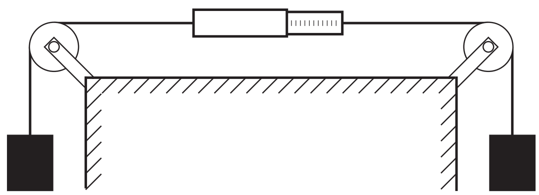
Wintersemester 2022/23
Universität Bonn

Übung 5 Physik 1

https://ecampus.uni-bonn.de/goto_ecampus_crs_2727296.html

Anwesenheitsaufgaben Wird in der Übungsgruppe am 15.11.2022-17.11.2022 besprochen.

1. Federwaage
Eine Federwaage befindet sich zwischen zwei 10 kg-Gewichten im Gleichgewicht wie in der Abbildung gezeigt. Zeichnen Sie an der Federwaage und an den Gewichten die wirkenden Kräfte ein. Welches Gewicht zeigt die Federwaage an, 20 kg, 10 kg, 0 kg?



2. Silvesterrakete
Eine Silvesterrakete habe eine Brenndauer von $T_S = 5$ s. Im kräftefreien Raum beschleunige der Treibsatz eine anfänglich ruhende Rakete bis auf eine Geschwindigkeit von 80 m/s. Die Rakete werde senkrecht zur Erdoberfläche gestartet. Um wieviel Meter übersteigt die maximale Höhe der Rakete diejenige Höhe, die die Rakete bei Brennschluss hat? Reibungsverluste seien vernachlässigbar.

Hausaufgaben Ausgabe am 04.11.2022, Abgabe am 11.11.2022, Bespechung am 15.11.2022-17.11.2022

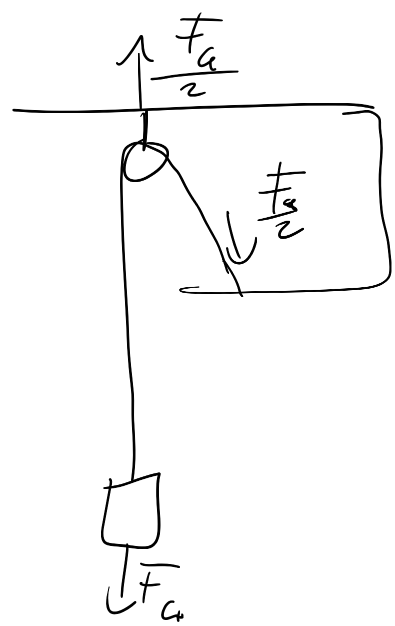
($4^{\text{Pkte.}}$) **1. Kind auf Schaukel**
Ein vorsichtiges, aber erfinderisches 32 kg schweres Kind möchte einen Apfel vom Baum pflücken. Es sitzt auf einem 16 kg schweren Sitz, der mit einem Seil verbunden ist, welches über eine am Baum befestigte Rolle geführt ist (siehe Abbildung).

a) (1 Pkt.) Mit welcher Kraft muss es das Seil halten, damit der Sitz (mit dem Kind) stationär bleibt?

b) (1 Pkt.) Welche Kraft erfährt die Rolle?

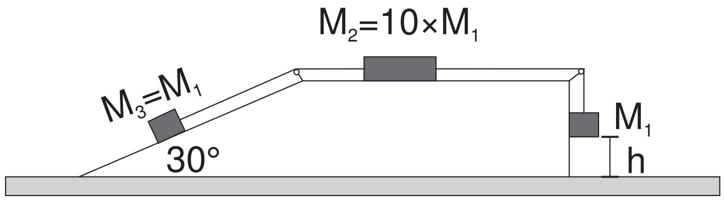
c) (1 Pkt.) Welche Kraft müsste er aufwenden, um sich und die Plattform mit einer konstanten Beschleunigung von $g/5$ hochzuziehen?

d) (1 Pkt.) Welche Kraft erfährt dann die Rolle?



(5[Pkte.]) **2. Schräge, flache und steile Ebene**

Drei Massen befinden sich auf der Erdoberfläche entsprechend der Skizze angeordnet. Sie sind mit masselosen Schnüren über Umlenkrollen verbunden und können sich reibungsfrei bewegen. Zur Zeit $t = 0$ sei die Höhe der Masse M_1 über dem Erdboden $z_0 = h = 0.5$ m und seine Geschwindigkeit $\mathrm{v}_z = 0$.



a) (2 Pkte.) Wie hängt der Ort z der Masse M_1 von der Zeit ab?

b) (1 Pkt.) Wie groß sind die Seilkräfte während der Bewegung?

c) (1 Pkt.) Nach welcher Zeit t_1 schlägt M_1 auf dem Boden auf?

d) (1 Pkt.) Beim Aufprall auf der Erde wird M_1 völlig elastisch reflektiert. Wie groß ist der auf den Boden übertragene Impuls, wenn $M_1 = 100$ kg ist?

(4[Pkte.]) **3. Bobfahren**

Beim Bobfahren kommt es vor, dass der Bob auf den geraden Streckenabschnitten die Wand des Eiskanals streift. Wir betrachten den Fall eines 600 kg schweren und 120 km/h schnellen Bobs, der die Wand unter einem Winkel von 3° (der Winkel zwischen Bob und Wand) streift und im gleichen Winkel wieder abprallt. Dabei hinterläßt der Bob einen 2,5 m langen Kratzer an der Eiskanalwand.
Berechnen Sie mit Hilfe der gegebenen Größen das Zeitintervall, in dem der Bob Kontakt mit der Wand hatte, und die mittlere Kraft, die während der Kollision auf den Bob gewirkt hat.

(7 Pkte.) **4. Saturn V Rakete**

Die Saturn V Rakete wurde während des Apolloprogramms eingesetzt. Vor dem Start wog sie 2850 t. Die Brennrate betrug 13,8 t/s, was einen Schub von $3,4 \cdot 10^7$ N lieferte. Am Ende der ersten Brennstufe betrug die Masse noch 770 t. Nehmen Sie an, dass der Start zu jedem Zeitpunkt vertikal verlief und Luftreibung vernachlässigt werden kann.

a) (1 Pkt.) Wie groß war die Ausstoßgeschwindigkeit?

b) (1 Pkt.) Wie lange feuerte die erste Stufe?

c) (1 Pkt.) Wie groß war die Beschleunigung beim Abheben der Rakete?

d) (1 Pkt.) Wie groß war die Beschleunigung kurz vor dem Ausbrennen der ersten Stufe?

e) (3 Pkte.) Wie groß war die Geschwindigkeit nach dem Ausbrennen der ersten Stufe? Geben Sie die Differentialgleichung für die Geschwindigkeit an und lösen Sie diese.
Hinweis:

- Stellen Sie zuerst die Gleichung für $a(t) = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ auf.
- Anschließend verwenden Sie das Verfahren *Trennung der Variablen*, um die gewöhnliche Differentialgleichung in die folgende Form zu bringen:

$$\mathrm{d}v = x(t)\mathrm{d}t + y\mathrm{d}t$$

  $x(t)$ ist hier eine Funktion, in der die zeitahängige Masse der Rakete $m(t)$ auftaucht.
- Betrachten Sie nun den Term $x(t)\mathrm{d}t$. Ersetzen Sie dort die infinitesimale Zeitänderung $\mathrm{d}t$ durch eine infinitesimale Massenänderung $m(t)$. Verwenden Sie dazu den Term $m(t)$ aus Aufgabenteil c).
- Lösen Sie nun die gewöhnliche Differentialgleichung durch Integration der getrennten Variablen:

$$\int_{v_0}^{v_1} f(v)\mathrm{d}v = \int_{m_S}^{m_1} g(m)\mathrm{d}m + \int_{t_0}^{t_1} h(t)\mathrm{d}t$$