

---

---

Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik I  
für Studierende  
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

---

---

Serie 5 / 30. September 2019

**Lösungen**

**Aufgabe 21.**

In der Höhe  $h = 2000$  m sind potentielle und kinetische Energie gleich gross:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2gh} = 198 \text{ m/s}$$

Für die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  gilt:

$$v = \sqrt{-2gh + v_0^2} \quad \Rightarrow \quad v_0 = \sqrt{2}v = 280 \text{ m/s}$$

**Aufgabe 22.**

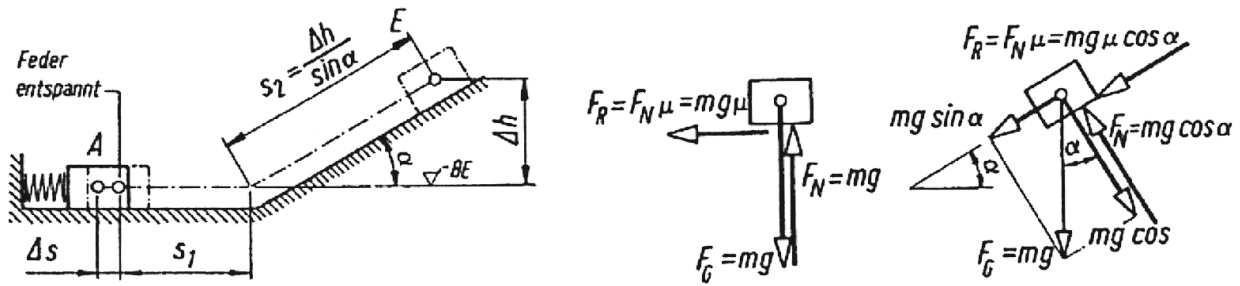
Es wird Hub- und Reibungsarbeit verrichtet. Erstere ist  $mgh$ , letztere  $\mu F_N s$ , wobei  $F_N = mg \cos \alpha$  die Normalkraft und  $s = h / \sin \alpha$  die Länge des Weges auf der schiefen Ebene ist:

$$\begin{aligned} W &= mgh + \mu mgh \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = mgh(1 + \mu \cot \alpha) \\ &= mgs(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 61.85 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Während die Hubarbeit nur von Höhenunterschied  $h$ , d.h. von Anfangs- und Endpunkt der Bewegung abhängt, ist die Reibungsarbeit von der tatsächlich zurückgelegten Wegstrecke  $s$  abhängig. Die Schwerkraft ist eine konservative, die Reibungskraft eine nichtkonservative Kraft.

### Aufgabe 23.

a) Skizze:



b) Energie am Ende der Bewegung  $E_E$  ist gleich kinetische Energie  $E_A$  minus Verluste durch Reibung:

$$E_E = E_A \pm W_{ab, zu}$$

$$mg\Delta h = 0 + \frac{k}{2}\Delta s^2 - mg\mu(s_1 + \Delta s) - mg\mu \cos \alpha \frac{\Delta h}{\sin \alpha}$$

$$\Delta h = \frac{\frac{k}{2}\Delta s^2 - mg\mu(s_1 + \Delta s)}{mg(1 + \mu \cot \alpha)} = 1.65 \text{ m}$$

### Aufgabe 24.

Aus Impulserhaltungsgesetz folgt für die Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  von Klotz:

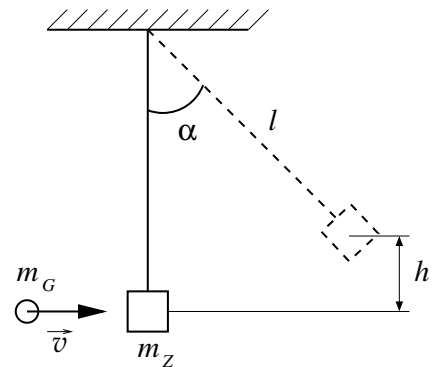
$$v_0 = \frac{m_G v}{m_Z + m_G}$$

Die Höhe  $h$  (s. Bild) findet man aus Energieerhaltungsgesetz:

$$\frac{(m_Z + m_G)v_0^2}{2} = (m_Z + m_G)gh \quad \Rightarrow \quad h = \frac{v_0^2}{2g}$$

Schliesslich:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{h}{l} = 1 - \frac{m_G^2 v^2}{(m_Z + m_G)^2 2gl} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 73^\circ$$



## Aufgabe 25.

a) System befindet sich im Gleichgewicht, also passiert nichts.

b) Wir setzen die Gesamtenergie im Ruhezustand = 0. Wenn sich die Masse  $m_1$  um die Strecke  $x$  senkt, dann gilt:

$$m_1gx - m_2gx + \frac{1}{2}m_1\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m_2\dot{x}^2 = 0$$

$$2g(m_2 - m_1)x = (m_1 + m_2)\dot{x}^2$$

$$2g\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}x = \dot{x}^2$$

Ableitung nach der Zeit ergibt:

$$2g\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\dot{x} = 2\dot{x}\ddot{x}$$

Dividieren  $\dot{x}$ ,  $\dot{x} \neq 0$

$$\ddot{x} = a = g\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}$$

**Alternativer Lösungsweg:**

$$Z - m_1g = m_1a$$

$$m_2g - Z = m_2a$$

mit  $Z$  als Zugkraft. Da die Rolle reibungsfrei ist, hat die Zugkraft überall im Faden den gleichen Wert. Und somit bekommt man das selbe Ergebnis:

$$a = g\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}$$