



Serie 112, Musterlösung

Brückenkurs Physik

Datum: 10. September 2018

1. Nagel

KQ7HCT

Ein Nagel wird in eine Wand eingeschlagen. Ein Hammer von 300 g und einer Anfangsgeschwindigkeit von $v = 4 \text{ m/s}$ versenkt den Nagel um 5 mm. Mit welcher Kraft wird der Hammer durch den Nagel abgebremst?

Lösung:

Der Hammer wird abgebremst auf $v = 0 \text{ m/s}$, d.h. er erfährt eine Beschleunigung. Wir betrachten den Prozess umgekehrt in der Zeit also gilt

$$s = \frac{t \cdot v_{\text{end}}}{2} \Rightarrow t = \frac{2s}{v_{\text{end}}} = 0.0025 \text{ s}$$

und die Beschleunigung ist

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 1600 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Für diese Beschleunigung ist folgende Kraft notwendig:

$$F = a \cdot m = 1600 \cdot 0.3 \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}^2} = 480 \text{ N}$$

2. Lift 2

BAX2T3

- Wie gross ist die Abwärtsbeschleunigung eines Liftes, wenn ein Fahrgast $1/8$ seiner Gewichtskraft "verliert"?
- Wie viele Prozente seiner Gewichtskraft wird der Fahrgast "schwerer", bei einer Aufwärtsbeschleunigung von 130 cm/s^2 .

Lösung:

Der Betrachter im Lift, ist in einem beschleunigten Bezugssystem. Deshalb muss das Newtonsche Gesetz ersetzt werden durch

$$F + a' \cdot m = a \cdot m$$

wobei a' die Beschleunigung des Liftes ist und a die Beschleunigung eines Objekts im Lift (mit Bezugssystem des Lifts).

- Der Fahrgast fühlt nur $1/8$ seiner Gewichtskraft, d.h.

$$m \cdot g + a' \cdot m = \frac{7}{8} \cdot g \cdot m .$$

Rechts stehen die Kräfte die wirken. Links ist $\frac{7}{8} \cdot g$ die Beschleunigung, die ein fallendes Objekt im Lift erfahren würde. Sie ist gleich der Gewichtskraft, die ein Fahrgast spürt. Wir teilen links und rechts durch m und lösen nach a' auf:

$$\begin{aligned} g + a' &= \frac{7}{8} \cdot g \\ a' &= \frac{7}{8} \cdot g - g = -\frac{1}{8}g = -1.22625 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

(b) Der Lift ist ein beschleunigtes Bezugssystem. Deshalb gilt

$$m \cdot g + a' \cdot m = a \cdot m .$$

Wir teilen durch m und erhalten

$$\begin{aligned} g + a' &= a \\ 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 130 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} &= 11.11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

oder $a/g - 1 = 0.133$, d.h. die Person fühlt sich 13.3% schwerer.

3. ABS-System

A956ZE

Ein ABS System erlaubt das Abbremsen von 100 km/h auf 31.7 m

(a) Welcher mittlerer Verzögerung entspricht das?

(b) Wie gross ist der Haftreibungskoeffizient?

Lösung:

Wir betrachten den Prozess zeitlich umgekehrt, d.h. das Auto beschleunigt auf 100 km/h innerhalb auf 31.7 m. Dann gilt

$$s = \frac{v_{\text{end}} \cdot t}{2} \quad \rightarrow \quad t = \frac{2s}{v_{\text{end}}} = \frac{2 \cdot 31.7 \text{ m}}{27.7778 \text{ m/s}} = 2.2824 \text{ s}$$

und

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27.7778 \text{ m/s}}{2.2824 \text{ s}} = 12.17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Und die Haftreibungszahl ergibt sich aus

$$F_r = F_N \cdot \mu_r \quad \Rightarrow \quad \mu_r = \frac{F_r}{F_N} = \frac{a \cdot m}{m \cdot g} = \frac{a}{g} = 1.24$$

Dabei wurde ausgenutzt, dass die Reibungskraft F_r zur oben berechneten Beschleunigung führt, also gilt $F_r = m \cdot a$.

4. Federn parallel, seriell

KG3MYJ

Wir haben fünf Federn mit den Federkonstanten

$$D_1 = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}}, \quad D_2 = 2 \frac{\text{N}}{\text{m}}, \quad D_3 = 4 \frac{\text{N}}{\text{m}}, \quad D_4 = 5 \frac{\text{N}}{\text{m}}, \quad D_5 = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}},$$

Welche effektive Federkonstante ergibt sich für die folgenden Kombinationen:

- (a) Federn 2 und 4 parallel
- (b) Federn 1 und 3 seriell
- (c) Alle 5 Federn parallel
- (d) Alle 5 Federn seriell

Lösung:

- (a) Die Federkonstanten addieren sich

$$D_{\text{tot}} = D_1 + D_4 = 6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

- (b) Die Federkonstanten addieren sich wie folgt

$$D_{\text{tot}} = \frac{1}{1/D_1 + 1/D_3} = 0.8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Federn 1 und 3 seriell

- (c)

$$D_{\text{tot}} = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 = 32 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

- (d) Alle 5 Federn seriell:

$$\begin{aligned} D_{\text{tot}} &= \frac{1}{1/D_1 + 1/D_2 + 1/D_3 + 1/D_4 + 1/D_5} \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

5. Zug**CKSZLZ**

Ein Zug besteht aus einer Lokomotive und 4 angekuppelten Wagen. Jeder Wagen wiegt 10 t. Der Zug fährt auf einer horizontalen Strecke und beschleunigt mit 0.45 m/s^2 . Der Rollreibungskoeffizient beträgt 0.005. Welche Kraft wird in den einzelnen Kupplungen übertragen?

Lösung:

Wir berechnen die Kräfte auf einen Wagen. Zuerst die Kraft, die zur Beschleunigung führt:

$$F_{1,a} = m \cdot a = 10 \cdot 1000 \cdot 0.45 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 4500 \text{ N}$$

und die Rollreibung:

$$F_{1,r} = F_{1,N} \cdot \mu_r = m \cdot g \cdot 0.005 = 10 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.005 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{N}}{\text{kg}} = 490.5 \text{ N}$$

Die gesamte Kraft erzeugt von einem Wagen ist also

$$F_{1,\text{tot}} = F_{1,a} + F_{1,r} = 4990.5 \text{ N}$$

Diese Kraft wird durch die hinterste Kupplung auf den letzten Wagen übertragen. Auf die anderen Wagen wirkt vorne die Kraft:

$$F_{2,\text{tot}} = 2 \cdot F_{1,\text{tot}} = 9981 \text{ N}$$

$$F_{3,\text{tot}} = 3 \cdot F_{1,\text{tot}} = 14971.5 \text{ N}$$

$$F_{4,\text{tot}} = 4 \cdot F_{1,\text{tot}} = 19962 \text{ N}$$

6. Atwood'sche Fallmaschine

KPIR65

Auf der einen Seite einer Rolle hängt eine Masse von $m_1 = 204 \text{ g}$ und auf der anderen eine Masse von $m_2 = 200 \text{ g}$. Die Masse der Rolle vernachlässigen wir.

- (a) Wie gross ist die Beschleunigung des Systems?
- (b) Welcher Weg wird in 4 s zurückgelegt?

Lösung:

- (a) Wir denken uns das System als Atwood'sche Fallmaschine mit den Massen $m_1 = 204 \text{ g}$ und $m_2 = 200 \text{ g}$. Dann ist die Beschleunigung

$$a = g \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = 9.81 \cdot \frac{4}{404} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.0971287 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- (b) $s = \frac{1}{2}a \cdot t^2 = 0.777 \text{ m}$