

## Übungsaufgaben zu den NEWTONschen Axiomen

---

1. Ein Maultier möge einen Wagen fortbewegen. Die Kraft  $F_{MW}$ , mit der das Maultier am Wagen zieht, ist nach dem Wechselwirkungsgesetz genau so groß wie die Kraft  $F_{WM}$ , die der Wagen auf das Maultier ausübt. Man könnte argumentieren, beide Kräfte heben einander auf und daher sollten eigentlich Wagen und Maultier stehen bleiben. Begründen Sie, warum diese Argumentation falsch ist.
2. Ein Auto mit der Masse 900kg wird auf einer Strecke von 50m durch die konstante Kraft 900N bis zum Stillstand abgebremst. Wie groß war die Anfangsgeschwindigkeit?
3. Nimm aus physikalischer Sicht zu folgender Geschichte von Theodor Storm Stellung: "...Da lag der kleine Häwelmann mit offenen Augen in seinem Rollenbett und hielt das eine Beinchen wie einen Mastbaum in die Höhe. Sein kleines Hemd hatte er ausgezogen und hing es wie ein Segel an seiner kleinen Zehe auf; dann nahm er ein Hemdzipfelchen in jede Hand und fing mit beiden Backen an zu blasen. Und allmählich, leise, leise, fing es an zu rollen, ...".
4. Der Motor eines Autos (Masse 800kg) beschleunigt das Fahrzeug in 11 Sekunden vom Stillstand auf die Geschwindigkeit  $100\text{kmh}^{-1}$ . Welche Kraft muss der Motor kontinuierlich aufbringen?
5. Ein Auto mit der Masse 900kg erfährt eine Beschleunigung von  $4,5\text{ms}^{-2}$ . Welche Kraft muss dabei von jedem Rad auf den Wagen übertragen werden?
6.
  - a) Ein Junge gibt einem Ball mit der Masse 0,5kg in der Zeit von 0,2s aus der Ruhe eine Geschwindigkeit von  $8\text{ms}^{-1}$ . Welche Kraft übt er auf den Ball aus?
  - b) Mit welcher Geschwindigkeit fliegt der Ball weg, wenn er durch zähes Training seine Schussstärke verdoppelt hat?
7. Ein Zug mit der Gesamtmasse 600t erreicht beim Anfahren von der Haltestelle aus auf der Strecke von 2,45km die Fahrgeschwindigkeit  $120\text{kmh}^{-1}$ . Wie groß ist die Kraft, mit der die Lokomotive den Zug zieht?
8. Zwei Beobachter A und B stehen auf Rollschuhen einander gegenüber und halten ein Seil in den Händen. Was wird jeweils geschehen und wo werden sich A und B jeweils treffen, wenn
  - a) A alleine am Seil zieht und B nur fest hält.
  - b) A und B jeder am Seil ziehen.
  - c) A am Seil zieht und B keinerlei Kraft auf das Seil ausüben darf.
9. Ein Auto fährt mit  $60\text{kmh}^{-1}$  gegen ein Hindernis und wird plötzlich zum Stehen gebracht. Der Fahrer ist angegurtet. Der Gurt dehnt sich und bringt den Oberkörper des Fahrers auf einem Weg von 30cm zur Ruhe.
  - a) Welche Bremsbeschleunigung wirkt auf den Fahrer?
  - b) Welche Kraft wirkt auf den Fahrer, der eine Masse von 76kg hat?
10. Ein Hammer der Masse 500g schlägt waagrecht mit  $4,0\text{ms}^{-1}$  auf einen Nagel.
  - a) Dieser gibt 2cm nach. Wie groß ist die mittlere Kraft des Hammers?
  - b) Wie groß ist sie, wenn der Nagel fester sitzt und nur um 0,5mm nachgibt?
  - c) Zeige, dass die Kraft des Hammers automatisch mit der Härte des Widerstandes steigt. Formuliere damit eine "Theorie des blauen Daumens".

## Lösungen zu Übungsaufgaben NEWTONsche Axiome

1. Übt das Maultier auf den Wagen die Kraft  $F_{MW}$  aus, dann übt der Wagen die Kraft  $F_{WM} = -F_{MW}$  auf das Maultier aus. Beide Kräfte heben sich jedoch nicht auf, da sie nicht am selben Körper angreifen. Der Wagen wird mit der Kraft  $F_{MW}$  beschleunigt, während das Maultier mit der Kraft  $F_{WM}$  abgebremst wird. Damit das Maultier ebenfalls nach vorn beschleunigen kann, muss es eine Kraft  $F_{MB}$  gegen den Boden ausüben, sodass es durch die zugehörige Reaktionskraft  $F_{BM} = -F_{MB}$ , die der Boden auf das Maultier ausübt, beschleunigt wird. Insgesamt erfährt das Maultier dann die Kraft  $F_M = F_{WM} + F_{BM}$ , wobei  $F_{WM}$  und  $F_{BM}$  in entgegengesetzte Richtung weisen. Damit das Maultier nach vorne beschleunigt, muss gelten:  $|F_{BM}| > |F_{WM}|$ .

2.

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot a & a &= \frac{\Delta v}{t} & s &= \frac{a}{2} \cdot t^2 & \Delta v^2 &= a^2 \cdot t^2 \rightarrow \Delta v^2 = a^2 \cdot \frac{2 \cdot s}{a} \rightarrow \Delta v^2 = a \cdot 2 \cdot s \\
 a &= \frac{F}{m} & \Delta v &= a \cdot t & t^2 &= \frac{2 \cdot s}{a} & \Delta v &= \sqrt{2 \cdot s \cdot a} \rightarrow \Delta v = \sqrt{2 \cdot 50 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \\
 a &= \frac{900 \text{ N}}{900 \text{ kg}} \\
 a &= 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}
 \end{aligned}$$

3. Das Bett kann sich nicht wegbewegen. Auf das Bett wirkt eine Kraft, auf Hävelmann aber nach dem Wechselwirkungsgesetz auch. Diese ist zur Kraft auf das Bett entgegengesetzt und gleich groß. Da Hävelmann und Bett miteinander verbunden sind, wirken auf das Bett zwei Kräfte, die sich gegenseitig aufheben. Nach dem Trägheitsgesetz bleibt ein Körper aber in Ruhe, wenn keine Kraft auf ihn wirkt. Besser wäre es, wenn er nach hinten bläst. Dann würde er sich in die entgegengesetzte Richtung bewegen.

4.  $F = m \cdot a$ ,  $a = v/t \rightarrow F = 2 \text{ kN}$

5.  $F_{\text{Ges}} = 4050 \text{ N} \rightarrow$  je Rad  $1012,5 \text{ N}$

6.  $F = m \cdot \frac{v}{t} \rightarrow F = 0,5 \text{ kg} \cdot \frac{8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,2 \text{ s}} \rightarrow F = 20 \text{ N}$

7.  $F = m \cdot \frac{v^2}{2 \cdot s} = 600 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \frac{33,3^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 2,45 \cdot 10^3 \text{ m}} = 135,8 \cdot 10^3 \text{ N} = 135,8 \text{ kN}$

8. Nach dem Wechselwirkungsgesetz wirkt die Kraft immer auf beide Körper und damit bewegen sich beide stets mit der gleichen Geschwindigkeit aufeinander zu. (Vorausgesetzt, die Massen sind gleich!!) Dann treffen sie sich in der Mitte.

9.

a)  $s = \frac{a}{2} \cdot t^2 \rightarrow t^2 = \frac{2 \cdot s}{a}$  und  $v = a \cdot t \rightarrow t = \frac{v}{a} \Rightarrow \frac{2 \cdot s}{a} = \frac{v^2}{a^2} \rightarrow 2 \cdot s = \frac{v^2}{a} \rightarrow a = \frac{v^2}{2 \cdot s} = \frac{\left(16,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)^2}{2 \cdot 30 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 464,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 47 \text{ g}$

b)  $F = m \cdot a = 76 \text{ kg} \cdot 464,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 35326 \text{ N} = 35,3 \text{ kN}$

10.  $F = m \cdot \frac{v^2}{2s}$

$$F_1 = 0,5 \text{ kg} \cdot \frac{16 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$F_1 = 200 \text{ N}$$

$$F_2 = 8000 \text{ N}$$

In der letzten Gleichung betrachtet man die Masse des Hammers sowie die Geschwindigkeit als konstant. Dann

gilt:  $F \sim \frac{1}{s}$

$s$  ist die Eindringtiefe, die umso kleiner ist, je härter der Gegenstand ist. Da die Kraft umgekehrt proportional zu Eindringtiefe ist, steigt die Kraft mit härter werdendem Gegenstand. Auf einem mit Fett gepolsterten Daumen wirkt der Schlag eines Hammers nicht so schlimm wie auf einen mageren Daumen.

Babys haben an allen möglichen und unmöglichen Stellen Fett (z.B. auf der Kniescheibe), um so die vielen Stürze unbeschadet zu überstehen.