

### M3) 2. Newton'sches Gesetz

Ausgangslage: Ein Wagen der Masse  $m$  wird mit einer Kraft  $F$  eine Zeitdauer  $\Delta t$  lang aus der Ruher heraus angeschoben. Dabei erfährt er eine Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$

$\Delta t$ 

$$\left. \begin{array}{l} F=2,0\text{N} \\ m=0,5\text{kg} \\ \Delta t=0,4\text{s} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta v=1,6\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

#### 1. Veränderung gegenüber Ausgangslage: **Größere Kraft F**

$\Delta t$ 

$$\left. \begin{array}{l} F=4,0\text{N} \\ m=0,5\text{kg} \\ \Delta t=0,4\text{s} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta v=3,2\frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \text{Je größer die Kraft } F, \\ \text{desto größer die Geschwindigkeitsänderung } \Delta v$$

#### 2. Veränderung gegenüber Ausgangslage: **Größere Masse m**

$\Delta t$ 

$$\left. \begin{array}{l} F=2,0\text{N} \\ m=1,0\text{kg} \\ \Delta t=0,4\text{s} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta v=0,8\frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \text{Je größer die Masse } m, \\ \text{desto kleiner die Geschwindigkeitsänderung } \Delta v$$

#### 3. Veränderung gegenüber Ausgangslage: **Größere Zeitdauer Δt**

$\Delta t$ 

$$\left. \begin{array}{l} F=2,0\text{N} \\ m=0,5\text{kg} \\ \Delta t=0,8\text{s} \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta v=3,2\frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \text{Je größer die Zeitdauer } \Delta t, \\ \text{desto größer die Geschwindigkeitsänderung } \Delta v$$

Ergebnis:  $\Delta v = \frac{F \cdot \Delta t}{m}$  2. Newton'sches Gesetz  
(Isaac Newton, 1643-1727, englischer Naturforscher)

Das 2. Newton'sche Gesetz umgestellt:  $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$  oder auch  $F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$

### Aufgabe 1

Diana fährt Schlittschuh auf einem zugefrorenen See. Ihre kleine Schwester Bianca (Masse 35 kg) und ihr noch kleinerer Bruder Felix (15 kg) können noch nicht Schlittschuhlaufen und möchten, dass Diana sie auf dem Schlitten (5,0 kg) hinter sich herzieht. Diana spürt beim Anfahren einen deutlichen Unterschied; je nachdem, ob Bianca allein (Situation 1) oder Felix allein (Situation 2) auf dem Schlitten sitzt.

- Vergleiche zunächst die Massen, die von Diana in Situation 1 und 2 in Bewegung gebracht werden.
- Vergleiche dann die Zeitdauern in Situation 1 und 2, die Diana bei gleichbleibender Zugkraft benötigt, bis der Schlitten mit „Passagier“ jeweils die gleiche Endgeschwindigkeit erreicht.

#### Lösung:

- Die Masse  $m$  von Bianca mit Schlitten (35kg+5kg=40kg) ist doppelt so groß wie die Masse  $m$  von Felix mit Schlitten (15kg+5kg=20kg).
- Die Zeitdauer  $\Delta t$  um Bianca mit Schlitten abzubremesen ist doppelt so groß wie die von Felix mit Schlitten.  $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$  Je größer Masse  $m$ , desto größer Zeitdauer  $\Delta t$ .



### Aufgabe 2

Felix (3 Jahre alt, 15 kg) steht das erste Mal auf Skiern. Die Mutter lässt ihn ein kleines Stück allein einen flachen Hang gerade hinunterfahren und seine Schwester Diana stoppt ihn dann unten; Felix macht das viel Spaß. Beim ersten Mal fährt Felix seiner Schwester in die ausgebreiteten Arme, woraufhin beide in den Schnee fallen. Während der nächsten Fahrten entwickelt Diana eine neue Auffangtechnik: Sie lässt Felix bei gestreckten Armen auf ihre Handinnenflächen auffahren und gibt beim Bremsvorgang mit ihren Armen nach. Außerdem geht sie dabei langsam zwei Schritte rückwärts.

- Erkläre mithilfe des zweiten Newton'schen Gesetzes, dass Dianas neue Methode ihren Bruder zu stoppen, viel „sanfter“ ist.
- Diana bremst Felix, der mit einer geschätzten Geschwindigkeit von 4,0 m/s bei ihr ankommt, innerhalb von ca. einer halben Sekunde ab. Berechne die bremsende Kraft, die Diana hierfür aufbringt.

#### Lösung:

- Bei Dianas neuer Methode erhöht sich die Zeitdauer  $\Delta t$ , wodurch sich die Bremskraft  $F$  verkleinert.
- geg.:  $\Delta v = 4,0 \text{ m/s}$ ;  $\Delta t = 0,5 \text{ s}$ ;  $m = 15 \text{ kg}$   
ges.:  $F$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$



$$\text{Lsg.: } F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \frac{15 \text{ kg} \cdot 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,5 \text{ s}} = 120 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 120 \text{ N} = 0,12 \text{ kN}$$

Trick um die Genauigkeit von drei auf zwei gültige Stellen zu bringen: kN statt N verwenden.

### Aufgabe 3

Eine Motorradfahrerin und eine Autofahrerin treten auf einer Teststrecke gegeneinander an. Beide fahren nebeneinander mit 100 km/h und bremsen dann so stark wie möglich bis zum Stillstand ab. Das Ergebnis: Die Bremsdauer des Motorrads und des PKW unterscheiden sich kaum voneinander.

- Nenne bei diesem Wettstreit um die kürzere Bremsdauer einen Vor- sowie einen Nachteil für die Motorradfahrerin im Vergleich zur Autofahrerin.
- Vergleiche die bremsende Kraft für die beiden Fahrzeuge, wenn der Pkw mit Fahrerin eine Masse von 1,25 t und das Motorrad mit Fahrerin eine Masse von 250 kg besitzen.

#### Lösung:

- Vorteil: Motorrad hat kleinere Masse      Nachteil: Motorrad hat kleinere Bremskraft
- Masse des Pkw ist fünfmal so groß wie die des Motorrads, daher ist auch die Bremskraft fünfmal so groß.

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

