

Lösungen: Die Newtonschen Gesetze

1. Ein 70 kg schwerer 100-m-Läufer benötigt für die ersten 20 m etwa 3 s.

- a) Wir nehmen an, dass seine Beschleunigung nahezu konstant bleibt.
Mit welcher Kraft beschleunigt dieser Sportler?

$$s = \frac{a}{2}t^2$$

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 20\text{m}}{(3\text{s})^2} = \frac{40}{9} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = m \cdot a = 70\text{kg} \cdot \frac{40}{9} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx \underline{\underline{311\text{N}}}$$

- b) In der Phase zwischen 30 m und 80 m verändert sich die Geschwindigkeit des Sportlers kaum. Nennen Sie Schlussfolgerungen hinsichtlich der Kräfte, die auf den Körper des Sportlers wirken.

Der Sportler befindet sich im Kräftegleichgewicht.

Die Muskelkraft und Reibungskraft wirken entgegengesetzt und heben sich auf.

2. Idee: Auf die Gesamtmasse wirken 2 entgegengesetzte Gewichtskräfte.

$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

$$m \cdot a = F_{G_3} - F_{G_1}$$

$$m \cdot a = m_3 \cdot g - m_1 \cdot g$$

$$a = \frac{m_3 \cdot g - m_1 \cdot g}{m_1 + m_2 + m_3} = \underline{\underline{0,245 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

3. m ... Masse des Körpers
M ... Masse des Wagens

$$F_1 = m \cdot g$$

$$F_2 = M \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$1. \text{ Fall: } m \cdot g = M \cdot g \cdot \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad a = 0$$

$$2. \text{ Fall: } m \cdot g > M \cdot g \cdot \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad a = \frac{mg - Mg \sin \alpha}{m+M} \text{ in Richtung Körper}$$

$$3. \text{ Fall: } m \cdot g < M \cdot g \cdot \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad a = \frac{Mg \sin \alpha - mg}{m+M} \text{ in Richtung Wagen}$$

Lösungen: Die Newtonschen Gesetze

4. Beim Staffellauf im Shorttrack wird durch einen Stoß kinetische Energie von einem Sportler auf einen anderen übertragen.

a) Vergleichen Sie die Kräfte und die Beschleunigungen auf die beiden Sportler während des Stoßes, wenn beide Sportler die gleiche Masse besitzen.

Auf beide Sportler wirken gleich große entgegengesetzte Kräfte.
Die Beschleunigungen sind entgegengesetzt und gleich groß.

b) Vergleichen Sie die Kräfte und die Beschleunigungen auf die beiden Sportler während des Stoßes, wenn beide Sportler die unterschiedliche Masse besitzen.

Auf beide Sportler wirken gleich große entgegengesetzte Kräfte.
Der Körper mit der kleineren Masse wird stärker beschleunigt.
Günstig wäre es, wenn der 2. Sportler leichter wäre, dann würde sein Geschwindigkeitszuwachs größer sein als der Geschwindigkeitsverlust des 1. Sportlers.

5. Begründen Sie, warum die 4x100-m-Staffel (36,84 s) eine größere Geschwindigkeit hat als der schnellste Sprinter auf 100 m mit 9,58 s.

Der 100-m-Läufer und der 1. Sprinter der Staffel müssen zunächst beschleunigen. Die Beschleunigungsphasen der anderen 3 Sprinter der Staffel finden bereits vor der Übergabe des Staffelstabes statt. Deshalb „starten“ diese drei mit einer größeren Geschwindigkeit.

6. a) Begründen Sie, warum einige Hammerwerfer auf die zusätzliche Beschleunigung verzichten müssen.

Ihnen fehlt die nötige Kraft, um den Hammer auf einer Kreisbahn zu halten.

b) Nennen Sie zwei Kräfte, die nach dem Loslassen auf den Hammer wirken. Begründen Sie, warum der Hammer nach dem Loslassen beschleunigt wird

- die nach unten gerichtete Gewichtskraft
- die entgegen der Bewegung gerichtete Reibungskraft

7. Im Rennschlittensport ist die erlaubte Masse des Systems Sportler/Schlitten begrenzt. Begründen Sie den Vorteil einer größeren Masse für die Abwärtsbewegung.

Zunächst bewirkt eine größere Masse eine größere Gewichtskraft und damit eine größere Hangabtriebskraft.

Da aber die Masse auch eine größere Trägheit bedeutet, dürfte eine veränderte Masse insgesamt keine Auswirkungen haben.

Jetzt kommt die Reibungskraft ins Spiel, insbesondere die Luftreibung.

Diese hängt nicht von der Masse ab.

Deshalb hemmt sie den Sportler stärker, der die kleinere Masse hat.

Lösungen: Die Newtonschen Gesetze

8. Die armen Rentiere

Der weihnachtliche Transportschlitten mit einer Leermasse von 5 000 kg hat erhebliche Ausmaße. Er muss schließlich auch eine Menge transportieren. In der Weihnachtsnacht befinden sich auf diesem 42 000 Geschenke, die jeweils eine mittlere Masse von 500 g besitzen. Der weihnachtliche Schlitten wird von 12 Rentieren gezogen, die jeweils eine durchschnittliche Masse von 250 kg besitzen. Nicht vergessen werden darf der Weihnachtsmann, der immerhin 105 kg auf die Waage bringt.

- a) Jedes der 12 Rentiere zieht mit einer Kraft von 700 N. Berechnen Sie die Beschleunigung des gesamten Systems.

$$\begin{aligned} m &= 5000\text{kg} + 42000 \cdot 0,5\text{kg} + 12 \cdot 250\text{kg} + 105\text{kg} \\ &= 29105\text{kg} \end{aligned}$$

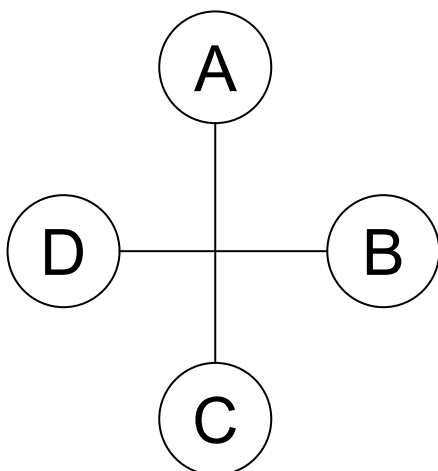
$$F = 12 \cdot 700\text{N} = 8400\text{N}$$

$$a = \frac{F}{m} \approx \underline{\underline{0,29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

- b) Erläutern Sie das Trägheitsgesetz für den Fall, dass der Transportschlitten stark abbremsen muss.

Wenn nur die Rentiere abbremsen, könnten sich der Schlitten und die Geschenke mit konstanter Geschwindigkeit weiter gerade aus bewegen und eines der Rentiere überfahren.

Endlich Urlaub



Nach der Weihnachtszeit findet das alljährliche Weihnachtstauziehen am Äquator statt. Dazu werden zwei Seile gekreuzt und miteinander verbunden. Vier Wichtel ziehen in unterschiedliche Richtungen mit unterschiedlichen Kräften:

Alf: 200 N nach Norden

Bert: 205 N nach Osten

Claudius: 212 N nach Süden

Daniel: 210 N nach Westen

Berechnen Sie die Gesamtkraft.

Die Gesamtkraft beträgt exakt 13 N.