

Übung 20 Mechanik: Impuls und Bewegung Gravitation

Lernziele

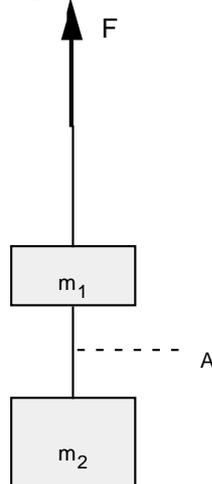
- die Wirkung der Gravitation auf einen Körper verstehen.
- die an einem Körper angreifenden Kräfte erkennen können.
- das Impulsbilanzgesetz bzw. das Grundgesetz der Mechanik in konkreten Problemstellungen anwenden können.

Aufgaben

1. Betrachten Sie die folgenden vier Situationen:
 - (1) Ein Stein fällt senkrecht nach unten, nachdem er losgelassen wurde.
 - (2) Ein Stein wird in der Hand festgehalten.
 - (3) Ein Stein bewegt sich senkrecht nach oben, nachdem er senkrecht nach oben abgeworfen wurde.
 - (4) Ein Stein befindet sich gerade im oberen Umkehrpunkt, nachdem er senkrecht nach oben abgeworfen wurde.

Bearbeiten Sie für alle vier Situationen die folgenden Teilaufgaben:

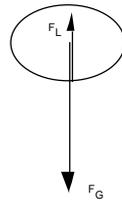
- a) Zeichnen Sie den Stein und alle an ihm angreifenden Kräfte. Berücksichtigen Sie dabei auch den Luftwiderstand.
 - b) Geben Sie das Vorzeichen der angreifenden Kräfte an.
2. Mit einem Seil, das einen Impulsstrom von höchstens 1 kN zulässt, soll eine Kiste der Masse 50 kg senkrecht in die Höhe gehoben werden.
 - a) Bestimmen Sie die maximale Beschleunigung, mit der die Kiste gehoben werden kann.
 - b) Welche Geschwindigkeit erreicht die Kiste bei dieser Beschleunigung nach 1.2 s?
 3. Zwei Körper mit den Massen $m_1 = 2 \text{ kg}$ und $m_2 = 3 \text{ kg}$ werden mit einer Kraft $F = 70 \text{ N}$ senkrecht nach oben gezogen:



- a) Zeichnen Sie die beiden Körper einzeln sowie die an ihnen angreifenden Kräfte.
 - b) Bestimmen Sie die Richtung und die Stärke des Impulsstroms durch den Faden A.
4. Eine Turmspringerin springt vom 10 m - Turm ins Wasserbecken und wird dort durch das Wasser abgebremst.
Beim nahezu freien Fall spürt sie die Beschleunigungskraft nicht. Was sie jedoch spürt ist die Bremskraft beim Abbremsen im Wasser.
Erklären Sie diesen Gegensatz.

Lösungen

1. (1) a)

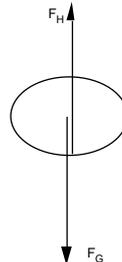


F_G = Gewichtskraft
 F_L = Luftwiderstandskraft

b) falls positive Richtung nach unten:
falls positive Richtung nach oben:

$F_G > 0$, $F_L < 0$
 $F_G < 0$, $F_L > 0$

(2) a)

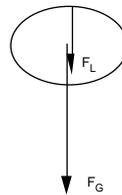


F_G = Gewichtskraft
 F_H = Kraft, die die Hand auf den Stein ausübt

b) falls positive Richtung nach unten:
falls positive Richtung nach oben:

$F_G > 0$, $F_H < 0$
 $F_G < 0$, $F_H > 0$

(3) a)

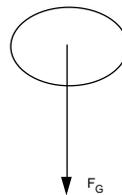


F_G = Gewichtskraft
 F_L = Luftwiderstandskraft

b) falls positive Richtung nach unten:
falls positive Richtung nach oben:

$F_G > 0$, $F_L > 0$
 $F_G < 0$, $F_L < 0$

(4) a)



F_G = Gewichtskraft

b) falls positive Richtung nach unten:
falls positive Richtung nach oben:

$F_G > 0$
 $F_G < 0$

2. Annahme: positive Richtung nach unten

a) $F_G + F_S = m\dot{v}$
 $F_G = mg$

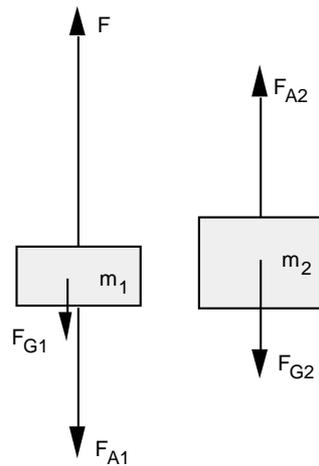
$$\dot{v} = \frac{mg + F_S}{m} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ N/kg} + (-1000 \text{ N})}{50 \text{ kg}} = -10.2 \text{ m/s}^2$$

b) $\dot{v} = \frac{v}{t}$

$$v = \dot{v} \cdot t = -10.2 \text{ m/s}^2 \cdot 1.2 \text{ s} = -12.2 \text{ m/s}$$

Die Kiste erreicht die Geschwindigkeit 12.2 m/s.

3. a)



b) Annahme: positive Richtung nach unten

Richtung des Impulsstroms:

Da der Faden auf Zug beansprucht wird, fließt der Impulsstrom in die negative Richtung, also nach oben.

Stärke des Impulsstroms:

$$F + F_{G1} + F_{A1} = m_1 \dot{v}_1$$

$$F_{G2} + F_{A2} = m_2 \dot{v}_2$$

$$F_{A2} = -F_{A1}$$

$$\dot{v}_1 = \dot{v}_2$$

$$F_{G1} = m_1 g$$

$$F_{G2} = m_2 g$$

$$F_{A1} = -\frac{m_2}{m_1 + m_2} F = -\frac{3 \text{ kg}}{2 \text{ kg} + 3 \text{ kg}} (-70 \text{ N}) = 42 \text{ N}$$

Die Impulsstromstärke beträgt also 42 N.

4. Durch die feldartige Zufuhr des Impulses beim freien Fall wirkt die Gravitationskraft direkt auf jeden Punkt des Körpers. Somit wird jeder Punkt des Körpers gleichzeitig im gleichen Mass beschleunigt.

Beim Abbremsen durch das Wasser muss die Bremskraft von der Oberfläche des Körpers über das Knochengestüt und die Muskulatur auf die einzelnen Punkte des Körpers übertragen werden. Das spürt die Turmspringerin.