

Übung 20 Mechanik Gravitation

Lernziele

- für einfachere Phänomene aus der Natur und der Technik beurteilen können, welche der vier Grundwechselwirkungen der Natur für das Phänomen hauptsächlich verantwortlich ist.
- die Wirkung der Gravitation auf einen Körper verstehen.
- die an einem Körper angreifenden Kräfte erkennen und korrekt einzeichnen können.
- das Impulsbilanzgesetz für ein konkretes System anwenden können.

Aufgaben

1. Beurteilen Sie, welche der vier Grund-Wechselwirkungen für das jeweilige Phänomen hauptsächlich verantwortlich ist:

	Gravitations- WW	Schwache WW	Elektromagn. WW	Starke WW
Bewegung der Planeten um die Sonne				
Explosion einer Dynamitladung				
Lawinenniedergang				
Natürliches Erdbeben				
Fata Morgana				
Ebbe und Flut				
Energiespeicherung im Stausee				
Schleuderndes Auto				
Violinspiel				
Gären von Traubensaft				
Elektronische Datenverarbeitung				
Tätigkeit des Gehirns				
Zellteilung, Pflanzenwachstum				
Kernspaltung				
Energieumsetzung auf der Sonne				

2. Der Zustand bzw. die Bewegung eines Steines wird in vier Situationen a) bis d) geschildert.

Skizzieren Sie für jede Situation den Stein, und zeichnen Sie alle an ihm angreifenden Kräfte ein. Berücksichtigen Sie dabei auch den Luftwiderstand.

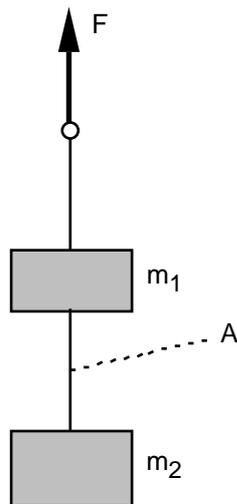
- a) Der Stein fällt senkrecht nach unten, nachdem er aus der Ruhe losgelassen wurde.
- b) Der Stein wird in der Hand festgehalten.
- c) Der Stein bewegt sich senkrecht nach oben, nachdem er senkrecht nach oben abgeworfen wurde.
- d) Der Stein befindet sich gerade im oberen Umkehrpunkt, nachdem er senkrecht nach oben abgeworfen wurde.

3. Aufgabenbuch: 4.57

Vorgehen zu a):

- Übertragen Sie die Skizze aus dem Aufgabenbuch auf Ihr Blatt.
- Zeichnen Sie alle Impulsströme ein, die die vier Steine betreffen, d.h. wo Impuls in die einzelnen Steine hinein bzw. aus ihnen hinaus fließen.
- Stellen Sie für jeden Stein die Impulsbilanz auf.
- Überlegen Sie sich, welche Impulsströme aus Symmetriegründen gleich stark sind.
- Lösen Sie das entstandene Gleichungssystem algebraisch nach den gesuchten Impulsstromstärken auf.
- Setzen Sie erst am Schluss die Zahlenwerte in die algebraische Lösung ein.

4. Zwei mit einem Faden verbundene Körper der Massen m_1 und m_2 werden mit einer Kraft F senkrecht nach oben gezogen:



Bestimmen Sie die **Richtung** und die **Stärke** des Impulsstromes durch den Faden A.

Hinweis:

- Stellen Sie die Impulsbilanz für die beiden Körper auf.

5. Eine Turmspringerin springt vom 10-Meter-Turm ins Wasserbecken und wird dort durch das Wasser abgebremst.

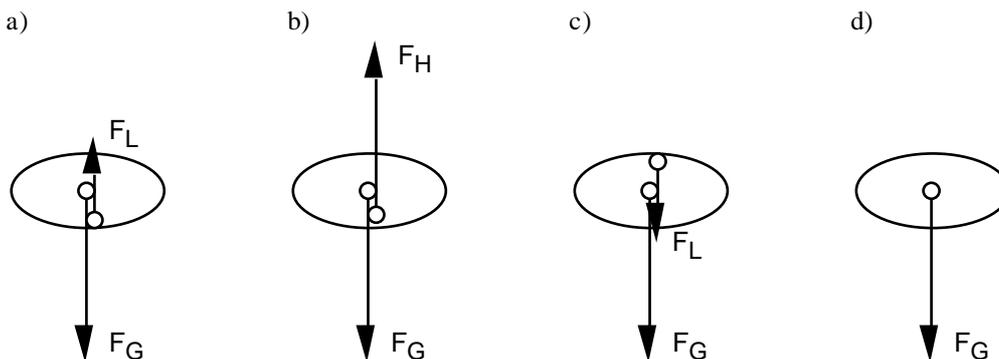
Beim nahezu freien Fall spürt sie die beschleunigende Gravitationskraft nicht. Was sie jedoch spürt ist die Kraft beim Abbremsen im Wasser.

Erklären Sie diesen Gegensatz.

Lösungen

1.	Gravitations- WW	Schwache WW	Elektromagn. WW	Starke WW
Bewegung der Planeten um die Sonne	X			
Explosion einer Dynamitladung			X	
Lawenniedergang	X			
Natürliches Erdbeben			X	
Fata Morgana			X	
Ebbe und Flut	X			
Energiespeicherung im Stausee	X			
Schleuderndes Auto			X	
Violinspiel			X	
Gären von Traubensaft			X	
Elektronische Datenverarbeitung			X	
Tätigkeit des Gehirns			X	
Zellteilung, Pflanzenwachstum			X	
Kernspaltung				X
Energieumsetzung auf der Sonne				X

2. F_G = Gewichtskraft
 F_L = Luftwiderstandskraft
 F_H = Kraft, die die Hand auf den Stein ausübt



3. Bezeichnungen:
 I_{pGA} = Gravitative Impulsstromstärke Stein A ($\hat{=}$ Gewichtskraft Stein A)
 I_{pGB} = Gravitative Impulsstromstärke Stein B ($\hat{=}$ Gewichtskraft Stein B)
 I_{pGC} = Gravitative Impulsstromstärke Stein C ($\hat{=}$ Gewichtskraft Stein C)
 I_{pGD} = Gravitative Impulsstromstärke Stein D ($\hat{=}$ Gewichtskraft Stein D)
 I_{pAB} = Impulsstromstärke Stein A - Stein B
 I_{pBC} = Impulsstromstärke Stein B - Stein C
 I_{pBD} = Impulsstromstärke Stein B - Stein D

(Fortsetzung Seite 4)

I_{pCE} = Impulsstromstärke Stein C - Boden

I_{pDE} = Impulsstromstärke Stein D - Boden

Annahme: positive Richtung nach unten

Impulsbilanz Stein A:

$$I_{pGA} - I_{pAB} = 0$$

Impulsbilanz Stein B:

$$I_{pGB} + I_{pAB} - I_{pBC} - I_{pBD} = 0$$

Impulsbilanz Stein C:

$$I_{pGC} + I_{pBC} - I_{pCE} = 0$$

Impulsbilanz Stein D:

$$I_{pGD} + I_{pBD} - I_{pDE} = 0$$

Gravitative Impulsstromstärken Massen:

$$I_{pGA} = m_A \cdot g$$

$$I_{pGB} = m_B \cdot g$$

$$I_{pGC} = m_C \cdot g$$

$$I_{pGD} = m_D \cdot g$$

Symmetrie:

$$I_{pBC} = I_{pBD}$$

$$I_{pBD} = \frac{m_A + m_B}{2} g = 0.21 \text{ kN}$$

$$I_{pDE} = m_D + \frac{m_A + m_B}{2} g = 0.29 \text{ kN}$$

4. Annahme: positive Richtung nach unten

Da der Faden auf Zug belastet wird, fließt Impuls durch den Faden A in die negative Richtung, also nach oben.

$$I_{pG1} + I_{pA} - I_p = \dot{p}_1$$

$$I_{pG2} - I_{pA} = \dot{p}_2$$

$$I_p = F$$

$$I_{pG1} = m_1 \cdot g$$

$$I_{pG2} = m_2 \cdot g$$

$$\dot{p}_1 = m_1 \cdot \dot{v}_1$$

$$\dot{p}_2 = m_2 \cdot \dot{v}_2$$

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

$$I_{pA} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F$$

5. Durch die feldartige Zufuhr des Impulses beim freien Fall wirkt die Gravitation direkt auf jeden Punkt des Körpers. Jeder Punkt des Körpers wird gleichzeitig gleich stark beschleunigt. Somit treten keine Impulsströme durch Druck- oder Zugbelastungen im Innern des Körpers auf.

Beim Abbremsen durch das Wasser muss der im Körper gespeicherte Impuls von jedem einzelnen Punkt des Körpers über die Muskulatur und das Knochengestütz an die Oberfläche des Körpers fließen. Es sind die zu diesen Impulsströmen gehörigen Druck- und Zugbelastungen, welche die Turmspringerin spürt.