

Übung 18

Mechanik Impulsströme und Kräfte

Lernziele

- die Impulsstromregel, welche den Zusammenhang zwischen der Impulsstromrichtung und der Zug- bzw. Druckbelastung wiedergibt, in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- Impulsströme in konkreten Situationen korrekt einzeichnen können.
- die Zuordnungsregel, die den Zusammenhang zwischen Impulsströmen und Kräften wiedergibt, in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- die an einem Körper angreifenden Kräfte erkennen und korrekt einzeichnen können.
- in konkreten Situationen Wechselwirkungskräfte, d.h. Actio-Reactio-Kräftepaare erkennen können.
- den Zusammenhang zwischen der Impulsstromstärke und dem geflossenen Impuls verstehen und in konkreten Situationen anwenden können.

Aufgaben

Impulsstromrichtung *Zug, Druck*

1. Bestimmen Sie für die geschilderten Situationen a) bis d), ...

- i) ... ob die Arme auf Druck oder Zug belastet werden.
- ii) ... in welche Richtung der Impuls in den Armen fließt.

Eine Person beschleunigt einen Wagen ...

- a) ... in positiver Richtung, indem sie den Wagen mit gestreckten Armen zieht.
- b) ... in positiver Richtung, indem sie den Wagen mit gestreckten Armen schiebt.
- c) ... in negativer Richtung, indem sie den Wagen mit gestreckten Armen zieht.
- d) ... in negativer Richtung, indem sie den Wagen mit gestreckten Armen schiebt.

2. Ein Bodybuilder hält mit beiden Händen einen gestreckten Expander.



Beurteilen Sie, ob und gegebenenfalls in welche Richtung Impuls durch den Expander fließt.

Impulsstrom *Kraft*

3. Ein Güterzug mit einer Lokomotive und zwei Wagen fährt auf einer geraden und flachen Strecke mit konstanter Geschwindigkeit.

- a) Erstellen Sie zwei identische Skizzen des Güterzuges.
- b) (siehe Seite 2)

- b) Zeichnen Sie in die erste Skizze alle horizontal gerichteten **Impulsströme** ein, die
- die Lokomotive betreffen, d.h. wo Impuls in die Lokomotive hinein bzw. aus ihr heraus fliesst.
 - den ersten Wagen betreffen, d.h. wo Impuls in den Wagen hinein bzw. aus ihm heraus fliesst.
 - den zweiten Wagen betreffen, d.h. wo Impuls in den Wagen hinein bzw. aus ihm heraus fliesst.

Hinweise:

- Wählen Sie die Fahrtrichtung des Güterzuges als positive Richtung.
- Berücksichtigen Sie auch die Rollreibung und den Luftwiderstand.

- c) Zeichnen Sie in die zweite Skizze die zu den Impulsströmen gehörigen **Kräfte** ein, die an der Lokomotive und den beiden Wagen angreifen.
- d) Geben Sie an, welche Kräfte ein Actio-Reactio-Paar bilden.
Geben Sie zudem für jedes Actio-Reactio-Paar an, zu welchem Impulsstrom es gehört.

4. Ein Traktor mit Hinterradantrieb zieht mit Hilfe eines Seiles eine Kiste auf einer horizontalen Strasse. Das Seil verlaufe parallel zur Strasse.

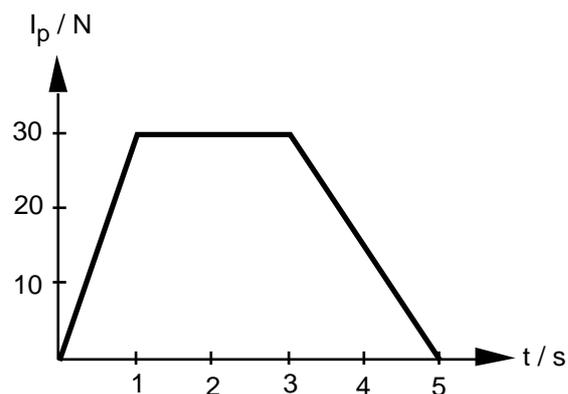
- a) Erstellen Sie zwei identische Skizzen von Traktor, Seil und Kiste.
- b) Zeichnen Sie in die erste Skizze alle horizontal gerichteten **Impulsströme** ein, die
- den Traktor betreffen, d.h. wo Impuls in den Traktor hinein bzw. aus ihm heraus fliesst.
 - die Kiste betreffen, d.h. wo Impuls in die Kiste hinein bzw. aus ihr heraus fliesst.

Hinweise:

- Wählen Sie die Fahrtrichtung des Traktors als positive Richtung.
- Berücksichtigen Sie auch die Reibung zwischen Kiste und Boden sowie den Luftwiderstand.

- c) Zeichnen Sie in die zweite Skizze die zu den Impulsströmen gehörigen **Kräfte** ein, die am Traktor und an der Kiste angreifen.
- d) Geben Sie an, welche Kräfte ein Actio-Reactio-Paar bilden.
Geben Sie zudem für jedes Actio-Reactio-Paar an, zu welchem Impulsstrom es gehört.

5. Beim Beschleunigen eines Fahrrades mit Anhänger fliesst durch die Kupplungsvorrichtung Impuls. Das folgende Impulsstrom-Zeit-Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der entsprechenden Impulsstromstärke:



- a) Erklären Sie, wie man mit Hilfe des Impulsstrom-Zeit-Diagrammes bestimmen kann, wieviel Impuls in einer bestimmten Zeitspanne durch die Kupplung fliesst.
- b) Bestimmen Sie die Impulsmenge, die in den ganzen 5 Sekunden durch die Kupplung fliesst.

6. Aufgabenbuch: 4.29

Hinweis:

Benützen Sie für die Masse m und für die Endgeschwindigkeit v_e des Balles sowie für die Zeitdauer t des Abstosses die folgenden vereinfachten Werte:

$$m = 500 \text{ g}, v_e = 10 \text{ m/s}, t = 0.10 \text{ s}$$

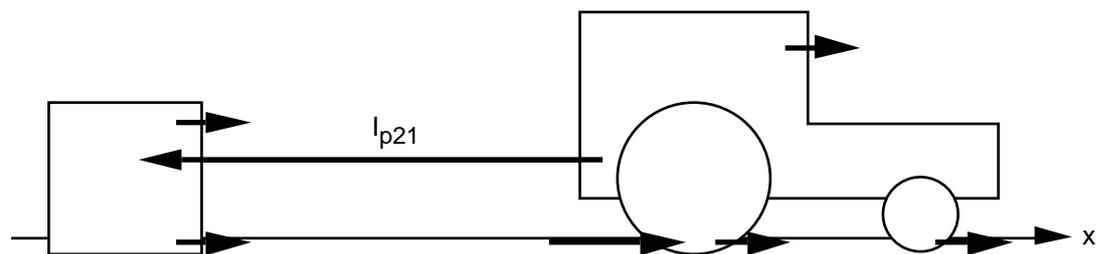
Lösungen

1.
 - a)
 - i) Zug
 - ii) in negativer Richtung
 - b)
 - i) Druck
 - ii) in positiver Richtung
 - c)
 - i) Zug
 - ii) in negativer Richtung
 - d)
 - i) Druck
 - ii) in positiver Richtung

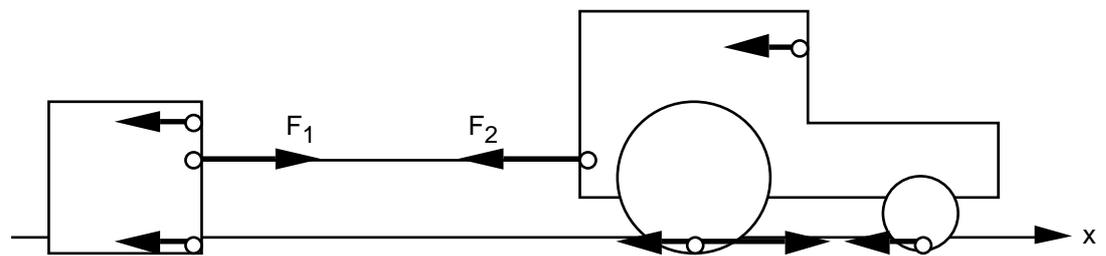
2. Es fließt Impuls in negativer Richtung durch den Expander.

3.
 - a) ...
 - b) ...
 - c) ...
 - d) ...

4.
 - a) ...
 - b) Impulsströme
(Die gezeichneten Pfeillängen sind nicht proportional zu den Stärken der Impulsströme.)



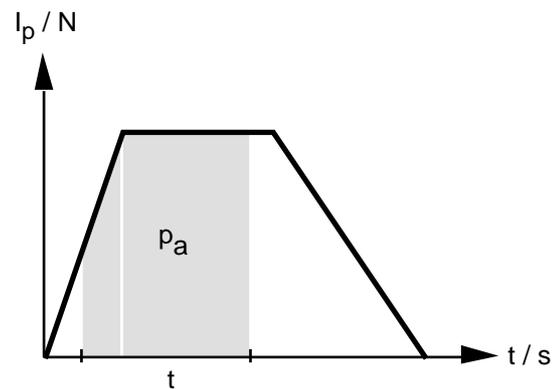
- c) Kräfte
(Die gezeichneten Pfeillängen sind nicht proportional zu den Beträgen der Kräfte.)



- d) Nur die beiden Kräfte F_1 und F_2 bilden ein Actio-Reactio-Paar. Dieses Actio-Reactio-Paar gehört zum Impulsstrom I_{p21} im Seil.

5. (siehe Seite 4)

5. a) Der in einer bestimmten Zeitspanne t durch die Kupplung fließende Impuls p_a ist gleich der Fläche im Impulsstrom-Zeit-Diagramm:



- b) $p_a = \text{Fläche im } I_p\text{-}t\text{-Diagramm}$
 $= p_{a1} + p_{a2} + p_{a3}$
 $p_{a1} = \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ N} \cdot 1 \text{ s} = 15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 $p_{a2} = 30 \text{ N} \cdot 2 \text{ s} = 60 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 $p_{a3} = \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ N} \cdot 2 \text{ s} = 30 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 $p_a = 105 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$

6. Aufgabenbuch: 4.29

- a) Bei einer mittleren Impulsstromstärke $I_{p,\text{mittel}}$ fließt in der Zeitspanne t der Impuls p_a in den Ball hinein.

$$p_a = \text{Fläche im } I_p\text{-}t\text{-Diagramm} = I_{p,\text{mittel}} \cdot t$$

$$p_a = p$$

$$p = m \cdot v$$

$$v = v_e$$

$$I_{p,\text{mittel}} = \frac{m \cdot v_e}{t} = \frac{0.500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}}{0.10 \text{ s}} = 50 \text{ N}$$

- b) Der Ball wird deformiert und beschleunigt.