

Übung 24 Translations-Mechanik Energie, Energieerhaltung

Lernziele

- den Zusammenhang zwischen Energiestrom und Impulsstrom bei der Analyse und beim Lösen von konkreten Problemstellungen anwenden können.
- die mathematischen Ausdrücke für die kinetische Energie, potentielle Energie und Federenergie anwenden können.
- die Impuls- und Energieerhaltung in konkreten Problemstellungen anwenden können.

Aufgaben

1. Aufgabenbuch: 4.111, 4.114 (ohne e) und f)

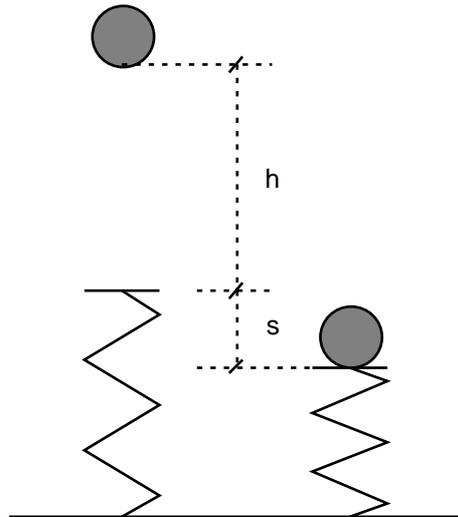
2. Eine Person zieht mit einem Seil an einer Kiste in die positive Richtung.
Beschreiben Sie in einigen Sätzen, wo
 - **Impuls** fließt und gespeichert wird.
 - **Energie** fließt und gespeichert wird.Unterscheiden Sie dabei die folgenden drei Phasen:
 - a) Die Person zieht so, dass sich die Kiste auf Grund der Haftreibung noch nicht bewegt.
 - b) Die Person zieht so stark, dass sich die Kiste zu bewegen beginnt, wobei die Geschwindigkeit der Kiste dauernd zunimmt. Die Person bewegt sich dabei mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Kiste.
 - c) Die Person zieht etwas weniger stark, so dass sich die Kiste mit konstanter Geschwindigkeit weiter bewegt. Auch die Person bewegt sich weiterhin mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Kiste.

3. Ein Auto fährt mit der Geschwindigkeit v_1 und soll um Δv auf die höhere Geschwindigkeit v_2 ($v_2 = v_1 + \Delta v$) beschleunigt werden.
Jemand behauptet:
"Die Energie, welche für die Beschleunigung erforderlich ist, hängt von der Geschwindigkeitsdifferenz Δv ab, nicht aber von der Ausgangsgeschwindigkeit v_1 . Wenn das Auto also z.B. von 0 km/h auf 30 km/h beschleunigen soll, muss gleich viel Energie zugeführt werden wie für eine Beschleunigung von 50 km/h auf 80 km/h oder von 100 km/h auf 130 km/h. Nur die Geschwindigkeitsdifferenz von 30 km/h ist entscheidend."
Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die Behauptung wahr ist oder nicht.

4. Ein Schlitten der Masse 60 kg startet aus der Ruhe von einem Hügel aus 20 m Höhe und erreicht den Fuss des Hügels mit einer Geschwindigkeit von 10 m/s.
Beim Heruntergleiten verliert der Schlitten potentielle Energie.
Bestimmen Sie den prozentualen Anteil dieser potentiellen Energie, welche wegen Reibung dissipiert, d.h. zur Erzeugung von Wärme umgesetzt wird.

5. Aufgabenbuch: 4.134

6. Eine Stahlkugel der Masse m fällt aus der Höhe h auf eine Feder und drückt diese um s zusammen:



- a) Bestimmen Sie die Federkonstanten der Feder.
- b) Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die folgende Aussage wahr ist oder nicht:
"Der Weg s , um welche die Feder zusammengedrückt wird, ist proportional zur Fallhöhe h ."
7. Aufgabenbuch: 4.157

Lösungen

1. siehe Aufgabenbuch

2. a) **Impuls**

Erde Person Seil Kiste Erde

Da die Geschwindigkeit von Person, Seil und Kiste Null ist, ist in keinem der drei Körper Impuls gespeichert. Der ganze Impulsstrom aus der Erde fließt über die Person, das Seil und die Kiste schliesslich wieder in die Erde zurück.

Energie

Der Impulsstrom trägt keinen Energiestrom mit sich, da die Geschwindigkeit aller Körper Null ist. Es fließt also keine Energie.

b) **Impuls**

Erde Person Seil Kiste Erde

Da die Geschwindigkeit von Person, Seil und Kiste zunimmt, wird in allen drei Körpern jeweils ein Teil des zufließenden Impulses gespeichert und der Rest an den nächsten Körper weitergegeben. Wegen der Gleitreibung fließt etwas Impuls in die Erde zurück.

Energie

Person Seil Kiste (Erde)

Der Impuls, der von der Erde in die Person fließt, trägt keine Energie mit sich, da die Geschwindigkeit der Erde Null ist. Die Person bindet jedoch Energie, die in den Muskeln gespeichert ist, an den Impuls und hebt so den Impulsstrom auf das Geschwindigkeitsniveau der Person.

Mit dem Anteil des Impulses, den Person, Seil und Kiste jeweils speichern, wird auch ein entsprechender Anteil (kinetische) Energie in den drei Körpern gespeichert.

Die Energie, die der Impuls noch trägt, welcher von der Kiste in die Erde fließt, wird vollständig freigesetzt und zur Erzeugung von Wärme verwendet (dissipiert). Ein Teil dieser Wärme und die mit sich geführte (Wärme-)energie fließen in die Erde.

c) **Impuls**

Erde Person Seil Kiste Erde

Da die Geschwindigkeit von Person, Seil und Kiste konstant bleibt, verändert sich die Menge des gespeicherten Impulses in den drei Körpern nicht. Der ganze Impulsstrom aus der Erde fließt also über die Person, das Seil und die Kiste wieder in die Erde zurück.

Energie

Person Seil Kiste (Erde)

Der Impuls, der von der Erde in die Person fließt, trägt weiterhin keine Energie mit sich, da die Geschwindigkeit der Erde Null ist. Die Person bindet jedoch immer noch Energie an den Impulsstrom. Die ganze Energie fließt mit dem Impuls über das Seil in die Kiste. Schliesslich fließt der Impuls von der Kiste in die Erde. Die mitgetragene Energie wird dabei vollständig freigesetzt und zur Erzeugung von Wärme verwendet (dissipiert). Ein Teil dieser Wärme und die mit sich geführte (Wärme-)energie fließen in die Erde.

3. Erforderliche Energie $W = W_{\text{kin}}$

$$W_{\text{kin}} = W_{\text{kin}2} - W_{\text{kin}1}$$

$$W_{\text{kin}1} = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$W_{\text{kin}2} = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$v_2 = v_1 + v$$

$$W = \frac{1}{2} m (2 v_1 v + (v)^2)$$

W hängt sowohl von v als auch von v_1 ab.

4. Im folgenden Gleichungssystem bezieht sich der Index 1 auf den obersten Punkt des Hügels und der Index 2 auf den Fuss des Hügels:

$$\begin{aligned} W_{G1} + W_{kin1} &= W_{G2} + W_{kin2} + W_{th} \\ W_{G1} &= mgh \\ W_{kin2} &= \frac{1}{2}mv^2 \\ r &= \frac{W_{th}}{W_{G1}} \end{aligned}$$

Unbekannte:	Bekannte:
W_{G1}	$W_{kin1} = 0 \text{ J}$
W_{kin2}	$W_{G1} = 0 \text{ J}$
W_{th}	$m = 60 \text{ kg}$
r	$g = 10 \text{ m/s}^2$
	$h = 20 \text{ m}$
	$v = 10 \text{ m/s}$

$$r = 1 - \frac{v^2}{2gh} = \frac{3}{4} = 75 \%$$

5. siehe Aufgabenbuch

6. Energieerhaltung

$$\begin{aligned} W_G &= W_F \\ W_G &= m g (h + s) \\ W_F &= \frac{1}{2} D (s)^2 \end{aligned}$$

a)
$$D = \frac{2 m g (h + s)}{(s)^2}$$

b)
$$s = \frac{m g + \sqrt{(m g)^2 + 2 D m g h}}{D} \quad \text{konst.} \cdot h$$

 s ist nicht proportional zu h .

7. siehe Aufgabenbuch