

Übung 24 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 und die potentielle Energie 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 wird um Δv auf die höhere Geschwindigkeit v_2 beschleunigt ($v_2 = v_1 + \Delta v$).
Jemand behauptet:
"Beim Beschleunigen hängt die Zunahme der im Auto gespeicherten kinetischen Energie nur von der Masse m des Autos und von der Geschwindigkeitsdifferenz Δv ab.
Wenn das Auto also z.B. von 0 km/h auf 30 km/h beschleunigt, nimmt die kinetische Energie um gleich viel zu wie bei einer 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 diese Behauptung wahr ist oder nicht.
4. Aufgabenbuch: 4.121
5. Ein Schlitten der Masse 60 kg startet aus der Ruhe von einem Hügel der Höhe 20 m 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.
Vorgehen:
Lösen Sie die Aufgabe zunächst allgemein algebraisch, d.h. ohne Verwendung von konkreten Zahlenwerten.

6. Einem Körper der Masse m , der sich auf der Höhe h befindet (bezüglich eines willkürlich festgelegten Nullniveaus $h = 0$), wird eine potentielle Energie W_G zugeordnet (vgl. Unterricht):

$$W_G = mgh \quad (*)$$

Prüfen Sie die Beziehung (*) mit Hilfe der folgenden Betrachtung nach:

Ein Körper wird aus der Höhe h aus der Ruhe fallengelassen. Vernachlässigt man den Luftwiderstand, so gilt nach der Energieerhaltung, dass die kinetische Energie des Körpers auf der Höhe $h = 0$ gleich gross ist wie die potentielle Energie des Körpers auf der Ausgangshöhe h .

7. Ein Körper wird aus der Ruhe fallengelassen.

Beurteilen Sie mit schlüssigen Begründungen, ob die folgenden Aussagen bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes wahr sind oder nicht:

- a) "Die kinetische Energie des Körpers ist nach der Fallstrecke Dh halb so gross wie nach der Fallstrecke $2 \cdot Dh$."
- b) "Die kinetische Energie des Körpers ist nach der Fallzeit Dt halb so gross wie nach der Fallzeit $2 \cdot Dt$."

8. Aufgabenbuch: 4.157

Lösungen

1. siehe Aufgabenbuch

2. a) **Impuls**

Erde $\rightleftharpoons$ Person $\rightleftharpoons$ Seil $\rightleftharpoons$ Kiste $\rightleftharpoons$ Erde

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

Energie

Der Impuls trägt keine Energie mit sich, da die Geschwindigkeit aller Körper Null ist. Es fliesst also keine Energie.

b) **Impuls**

Erde $\rightleftharpoons$ Person $\rightleftharpoons$ Seil $\rightleftharpoons$ Kiste $\rightleftharpoons$ 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 $\rightleftharpoons$ Seil $\rightleftharpoons$ Kiste ($\rightleftharpoons$ 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 Energie in den drei Körpern gespeichert.

Die Energie, die der von der Erde in die Kiste fließende Impuls noch trägt, wird vollständig freigesetzt und zur Erzeugung von Wärme verwendet (dissipiert). Ein Teil dieser Wärme und die mit ihr getragene Energie fließen in die Erde.

c) **Impuls**

Erde $\rightleftharpoons$ Person $\rightleftharpoons$ Seil $\rightleftharpoons$ Kiste $\rightleftharpoons$ 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 Impuls aus der Erde fliesst also über die Person, das Seil und die Kiste wieder in die Erde zurück.

Energie

Person $\rightleftharpoons$ Seil $\rightleftharpoons$ Kiste ($\rightleftharpoons$ 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 ihr getragene Energie fließen in die Erde.

3. $DW_{\text{kin}} = W_{\text{kin}2} - W_{\text{kin}1}$

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

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

$$v_2 = v_1 + Dv$$

fi $DW_{\text{kin}} = m \frac{v_1 + v_2}{2} Dv$

DW_{kin} hängt nicht nur von der Masse m und der Geschwindigkeitsdifferenz Dv ab sondern auch vom arithmetischen Mittel von Anfangs- und Endgeschwindigkeit.

4. siehe Aufgabenbuch

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

	Unbekannte:	Bekannte:
$W_{G1} + W_{kin1} = W_{G2} + W_{kin2} + W_{th}$	W_{G1}	$W_{kin1} = 0 \text{ J}$
$W_{G1} = mgh$	W_{kin2}	$W_{G2} = 0 \text{ J}$
$W_{kin2} = \frac{1}{2}mv^2$	W_{th}	$m = 60 \text{ kg}$
$x = \frac{W_{th}}{W_{G1}}$	x	$g = 10 \text{ m/s}^2$
		$h = 20 \text{ m}$
		$v = 10 \text{ m/s}$

fi $x = 1 - \frac{v^2}{2gh} \text{ a } \frac{3}{4} = 75 \%$

6. $W_G(h) = W_{kin}(h=0)$
 $W_{kin}(h=0) = \frac{1}{2}mv^2$
 $v = gt$
 $h = \frac{1}{2}gt^2$

fi $W_G(h) = mgh$

7. a) wahr
b) falsch

8. siehe Aufgabenbuch