

93.

gespeicherte Energie 24J
Geschwindigkeit der Kugel 455 km/h

94. Der Akrobat trifft mit einer Geschwindigkeit von 8,9 m/s auf. Das sind 32 km/h. Das Trampolin dehnt sich beim Auftreffen des Akrobaten um 1,36 m nach unten.

96. Wenn auf den Nagel geschlagen wird, wird Arbeit verrichtet. Dazu muss vom Hammer Energie aufgebracht werden. Der Hammer hat, wenn er den Nagel berührt, kinetische Energie. Diese wird über Verschiebungsarbeit in Wärmeenergie umgewandelt. Die Verschiebungsarbeit treibt den Nagel in das Holzbrett, wobei die Reibung zwischen Nagel und Holz überwunden werden muss.

Bei diesem Vorgang erwärmen sich der Nagel, der Hammer und das Holz.

Die Energiezufuhr, die eine Temperaturänderung zur Folge hat, beschreibt man mit:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Die Arbeit, die an dem Nagel verrichtet wird, ist

$$W = F \cdot s$$

Das beides wird gleichgesetzt und dabei der Verlust berücksichtigt:

$$Q = 0,4 \cdot W$$

$$m \cdot c \cdot \Delta T = 0,4 \cdot F \cdot s$$

$$\Delta T = \frac{0,4 \cdot F \cdot s}{m \cdot c}$$

$$\Delta T = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 0,452 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}$$

$$\Delta T = 28,3 \text{ K}$$

97. $E = 0,5 \cdot D \cdot y_{\text{max}}^2$

Energie W 0.4J

98. Die erste Frage, die gestellt werden muss, ist die nach der Höhe des Pendels über der Ruhelage. Dazu braucht man die Auslenkung zu der gegebenen Zeit:

$$y = y_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$y = y_{\text{max}} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

$$y = 0 \text{ m}$$

Zum Zeitpunkt 5 s ist das Pendel genau in der unteren Lage. Damit ist die potenzielle Energie natürlich 0 und das Pendel besitzt nur noch kinetische Energie.

Um die zu berechnen braucht man die Geschwindigkeit des Pendels in diesem Punkt. Die Gleichung dazu:

$$v = y_{\text{max}} \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$v = 0,45 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Damit kann nun die kinetische Energie berechnet werden:

$$E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

$$E_{\text{kin}} = 0,02 \text{ J}$$

Das ist auch gleichzeitig die Gesamtenergie des Pendels.

100. Beim Start hat die Kugel kinetische Energie. Diese wird verwendet, um Reibungsarbeit zu verrichten. Ohne Reibung würde die Kugel ewig weiter rollen. Durch die Reibungsarbeit

erhöht sich die Temperatur der Kugel und des Untergrundes. Auf letztere Erwärmung nehmen wir aber keine Rücksicht.

Die Temperaturerhöhung berechnet sich mit der Grundgleichung der Wärmelehre:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$$

In dieser Gleichung fehlt die Masse der Kugel und die zugeführte Wärmeenergie. Die Wärmeenergie ist verrichtetet Reibungsarbeit:

$$W = F_r \cdot s$$

$$W = F_g \cdot \mu \cdot s$$

$$W = m \cdot g \cdot \mu \cdot s$$

Da in der Aufgaben nichts über eine Neigung der Fläche steht, kann man annehmen, dass sie waagrecht ist. Dadurch darf man an Stelle der Normalkraft gleich die Gewichtskraft einsetzen.

Nun kann man die gesuchte Temperaturerhöhung berechnen, die Masse wird sich rauskürzen. In der spezifischen Wärmekapazität ist darauf zu achten, dass die kJ in J umgewandelt werden müssen.

$$\Delta T = \frac{m \cdot g \cdot \mu \cdot s}{m \cdot c}$$

$$\Delta T = \frac{g \cdot \mu \cdot s}{c}$$

$$\Delta T = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,05 \cdot 20 \text{m}}{0,452 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}$$

$$\Delta T = 0,022 \text{K}$$

101. $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = E_{\text{kin}} = m/2 \cdot v^2$
Wassermenge 22Liter

173. Würde der Stein ohne Luftreibung nach unten fallen, könnte man seine Aufschlaggeschwindigkeit mit den Gesetzen des freien Falls berechnen:

$$v = g \cdot t$$

$$s = \frac{g}{2} \cdot t^2$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 26 \text{m}}$$

$$v_2 = 22,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Auf Grund der Reibung wird der Stein aber abgebremst und wandelt während des Fluges Energie in Wärmeenergie um.

Wie groß ist dieser "Energieverlust"?

Er ist die Differenz aus der kinetischen Energie, die der Stein hätte, wenn er ohne Reibung fliegen würde und der kinetischen Energie mit Reibung.

$$\Delta E = E_{\text{kin}2} - E_{\text{kin}1}$$

$$\Delta E = \frac{m}{2} \cdot v_2^2 - \frac{m}{2} \cdot v_1^2$$

$$\Delta E = \frac{m}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Delta E = \frac{2,4 \text{ kg}}{2} \cdot \left(22,6^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} - 18^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right)$$

$$\Delta E = 224,1 \text{ J}$$

Um wie viel erhöht sich nun dadurch die Temperatur des Steines?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c}$$

$$\Delta T = \frac{224,1 \text{ J}}{2,4 \text{ kg} \cdot 0,86 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}$$

$$\Delta T = 0,11 \text{ K}$$

175. Die kinetische Energie berechnet sich nach

$$E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

Bekannt ist, dass die kinetische Energie nach dem Bremsen nur noch ein Drittel der Anfangsenergie beträgt:

$$E_{\text{kin}2} = \frac{1}{3} \cdot E_{\text{kin}1}$$

Damit kann das gesuchte Verhältnis berechnet werden:

$$E_{\text{kin}2} = \frac{1}{3} \cdot E_{\text{kin}1}$$

$$\frac{m}{2} \cdot v_2^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{m}{2} \cdot v_1^2$$

$$v_2^2 = \frac{1}{3} \cdot v_1^2$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Die Endgeschwindigkeit ist also nicht ein Drittel so groß wie die Anfangsgeschwindigkeit, sondern sie ist Wurzel ein Drittel groß. Die Wurzel von ein Drittel ist 0,58, also etwa die Hälfte der ursprünglichen Geschwindigkeit.

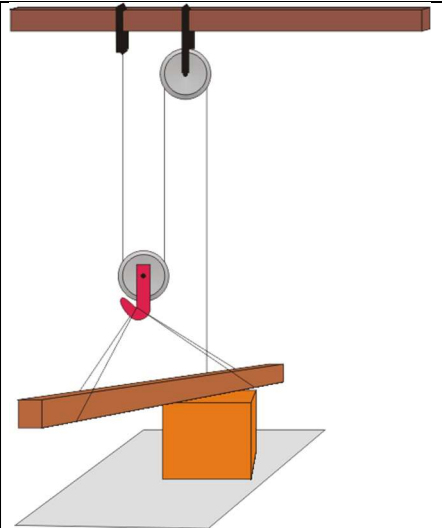
177. a) Eine mögliche Skizze der Zugvorrichtung.

b) Durch die lose Rolle wird die Gewichtskraft des Balkens auf zwei Seile verteilt: das eine Seil hängt oben am Balken und das andere am Motor. Damit muss der Motor nur die halbe Kraft aufbringen:

$$F_Z = \frac{F_B}{2}$$

$$F_Z = \frac{m_B \cdot g}{2}$$

$$F_Z = 368 \text{ N}$$



c) Die Arbeit ist die verrichtete Hubarbeit. Dabei kann sowohl die Arbeit, die der Motor verrichtet, berechnet werden als auch die Arbeit direkt am Balken. Beide sind gleichgroß.

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 75 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6 \text{ m}$$

$$W = 4415 \text{ J}$$

$$W = 4,4 \text{ kJ}$$

d) Die Leistung berechnet sich mit der gegebenen Zeit:

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{4,4 \cdot 10^3 \text{ J}}{12 \text{ s}}$$

$$P = 368 \text{ W}$$

Der Motor muss eine Kraft von 368 N aufbringen. Es wird eine Arbeit von 4,4 kJ verrichtet. Der Motor leistet dabei 386 W.

178. Die potentielle Energie wird durch Reibung des Fallschirmes an der Luft in Bewegungsenergie der Luft und Wärmeenergie umgewandelt.