

Übungen zur Arbeit

1. Bei einem Wohnungsbrand pumpt die Feuerwehr das im Tanklöschfahrzeug mitgeführte Wasser in das 15 m höher gelegene Stockwerk.
Die Motorpumpe verrichtet dabei eine Arbeit von 235 kJ. Wie viel Liter Wasser wurden hochgepumpt? (Beschleunigungsarbeit vernachlässigen.)

$$\left. \begin{array}{l} W = F_G \cdot h \\ F_G = m \cdot g \end{array} \right\} \Rightarrow W = m \cdot g \cdot h \Rightarrow m = \frac{W}{g \cdot h} = \frac{235 \text{ kJ}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 15 \text{ m}} \approx 16 \cdot 10^2 \text{ kg}$$

Wasser hat die Dichte $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.

Es werden also ungefähr 1600 Liter Wasser hochgepumpt.

2. Frühsport

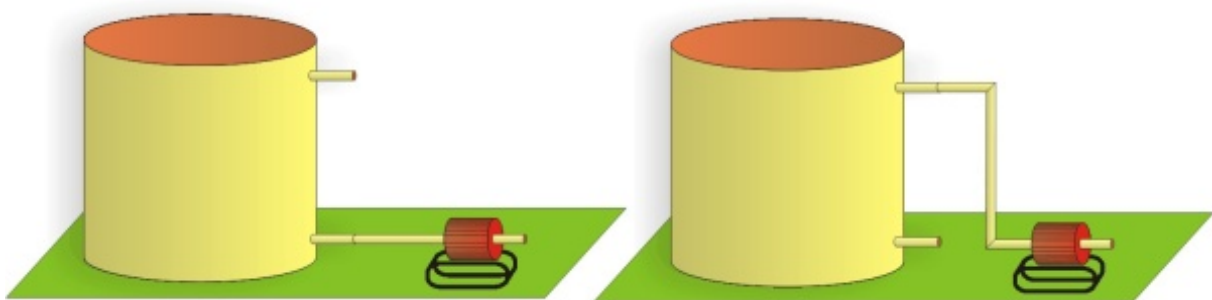
Herr Schlaumeier erzählt stolz seiner Frau: "Heute beim Frühsport habe ich meinen Expander 40 mal um 1.0 m gedehnt. Dabei benötige ich maximal jeweils eine Kraft von 500 N. Somit habe ich am frühen Morgen schon eine Arbeit von 20 kJ verrichtet." Hat er recht?

Herr Schlaumeier hat nicht recht. Beim Dehnen des Expanders wächst die erforderliche Kraft von 0 N bis zum Maximalwert von 500 N. Für die Berechnung der Arbeit muss er einen geeigneten Mittelwert verwenden.

Beim Dehnen des Expanders ist näherungsweise das Federkraft-Gesetz erfüllt, also wächst die Kraft linear mit der Dehnung (Auslenkung), und somit beträgt der Mittelwert $F_{\text{mittel}} = \frac{1}{2} F_{\text{max}}$. Für die verrichtete Arbeit folgt dann:

$$W = 40 \cdot \frac{1}{2} \cdot F_{\text{max}} \cdot s = 40 \cdot 250 \text{ N} \cdot 1.0 \text{ m} = 10 \text{ kJ}$$

3. Hubarbeit vergleichen



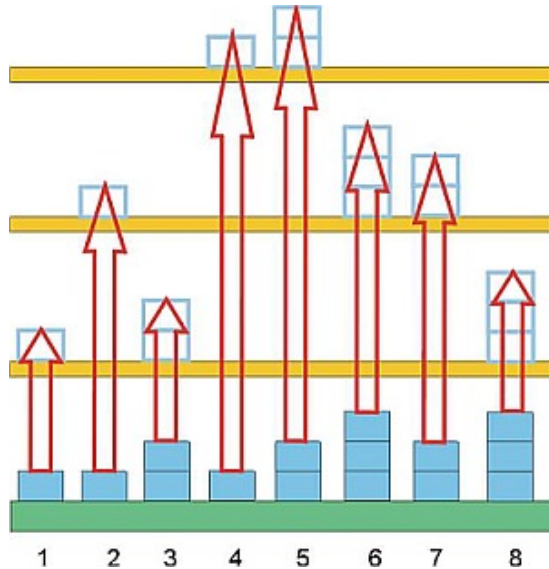
Ein Tank soll mit Hilfe einer Pumpe mit Wasser gefüllt werden. Der Tank hat für den Schlauch zwei Anschlüsse, oben und unten. Wie verhält es sich mit der durch die Pumpe zu verrichteten Arbeit, um den Tank vollständig bis zum oberen Einlass zu füllen?

- a) Die Arbeit ist für den oberen und unteren Anschluss gleich gross.
- b) Die Arbeit ist beim Füllen durch den unteren Anschluss grösser.
- c) Die Arbeit ist beim Füllen durch den oberen Anschluss grösser.

Antwort c) ist richtig. Wird das Wasser durch den oberen Anschluss gepumpt, ist die Arbeit doppelt so gross wie bei beim Pumpen durch den unteren Anschluss.

Die Pumpe muss beim Füllen durch den oberen Anschluss das gesamte Wasser in diese Höhe pumpen. Wenn das Wasser durch den unteren Anschluss läuft, ist zu Beginn keine Hubarbeit notwendig. Erst bei steigendem Wasserspiegel erhöht sich der Druck und es wird eine immer grössere Kraft notwendig, um diesen Druck zu überwinden. (Eine vergleichbare Situation wie beim Expander von Aufgabe 2!)

4. Gleich schwere Pakete werden vom Fussboden in ein Regal gehoben, dessen Fächer untereinander den gleichen Abstand haben. Welche der Arbeiten sind **gleich** gross? (siehe Abbildung)



Lösung: $W = mgh$ damit Arbeiten gleich sind, muss das Produkt $m \cdot h$ gleich sein!

$$W_2 = W_3 \quad W_4 = W_8 \quad W_5 = W_6$$

5. Welche Höhe müsste ein Wanderer ($m = 70 \text{ kg}$) überwinden, um den "Brennwert"
- einer Scheibe Brot ($m = 40 \text{ g}$) von 400 kJ ,
 - einer Tafel Schokolade 2400 kJ in Hubarbeit umzusetzen?

Lösung:

$$W = mgh \Rightarrow h = W/(m \cdot g)$$

- Der Wanderer müsste eine Höhe von etwa 580 m überwinden um den Brennwert eines Brotes umzusetzen.
- Der Wanderer müsste eine Höhe von etwa 3500 m überwinden um den Brennwert einer Tafel Schokolade umzusetzen.

Bemerkung: Die berechneten Werte sind eher theoretischer Natur, denn sie beinhalten nur die Arbeit um den Höhenunterschied zu überwinden. Energieverluste und die wesentliche Reibungsarbeit des menschlichen Körpers wurden nicht berücksichtigt. Fazit: man wird nicht fit durch die rein mechanische Arbeit, die man beim Sport verrichtet, sondern durch den gesamten Stoffwechsel, der angeregt wird. Dennoch muss man sich bewusst sein, dass ein „wenig“ Sport noch nicht viel hilft. Aber es ist besser als nichts. Die Devise beim Sport lautet: „Heute beginnen – nicht auf nächsten Montag, oder sonst ein passendes Datum, warten.“