

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Leistung und Wirkungsgrad

Aufgaben:

1. Eine Maschine, die eine Masse von 75 kg mit einer Geschwindigkeit von $1,0 \frac{m}{s}$ senkrecht nach oben zieht, gibt eine Leistung von 1 PS (eine Pferdestärke) ab.
Zeige, dass gilt: 1 PS = 736 Watt
2. Ein Bergsteiger (mit Gepäck 90 kg) bewältigt einen Höhenunterschied von 1200 m in 2 Stunden 25 Minuten. Wie groß ist die mechanische Leistung des Bergsteigers?
3. Eine Pumpe mit der Leistung 2,0 kW soll 8000 Liter Wasser 5,0 m hoch pumpen.
 - a) Wie lange dauert das mindestens?
 - b) Wie lange dauert das, wenn man den Wirkungsgrad der Pumpe ($\eta = 80\%$) kennt?
4. Das Tauernkraftwerk nutzt einen Höhenunterschied von 890 m aus und kann dabei eine elektrische Spitzenleistung von 220 MW abgeben. Der Wirkungsgrad dieses Kraftwerks beträgt 79 %.
Berechne den Wasserverbrauch je Stunde!
5. Eine Feuerspritze, die mit einer Pumpe betrieben wird, soll in jeder Sekunde 20 Liter Wasser mit einer Geschwindigkeit von $30 \frac{m}{s}$ liefern.
Welche elektrische Leistung muss die Pumpe haben, wenn der Wirkungsgrad solcher Pumpen einen Wert von ca. 80 % hat.

Lösungen:

- | | | | | | |
|----|--------------------------------|-----|---------|-----|---------|
| 2. | 0,12 kW | 3a) | 3,3 min | 3b) | 4,1 min |
| 4. | 115 Millionen Liter pro Stunde | 5. | 11 kW | | |

Lösungen zum Aufgabenblatt „Leistung und Wirkungsgrad“ :

$$1. \quad 1 \text{ PS} = \frac{E_{\text{pot}}}{t} = \frac{m g h}{t} = \frac{75 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} \approx 736 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 736 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 736 \text{ W}$$

$$2. \quad P = \frac{E_{\text{pot}}}{t} = \frac{m g h}{t} = \frac{90 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1200 \text{ m}}{145 \cdot 60 \text{ s}} = 121,6 \dots \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \approx 0,12 \text{ kW}$$

$$3a) \quad P = \frac{E_{\text{pot}}}{t} = \frac{m g h}{t} \Rightarrow t = \frac{m g h}{P} = \frac{8000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 5,0 \text{ m}}{2000 \text{ W}} = 196 \frac{\text{Nm}}{\frac{\text{J}}{\text{s}}} = 196 \text{ s} \approx 3,3 \text{ min}$$

$$3b) \quad E_{\text{pot}} = E_{\text{genutzt}} = 8000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 5,0 \text{ m} = 392 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{genutzt}}}{E_{\text{aufgewandt}}} \Rightarrow E_{\text{aufgewandt}} = \frac{E_{\text{genutzt}}}{\eta} = \frac{392 \text{ kJ}}{80\%} = \frac{392000 \text{ J}}{0,80} = 490 \text{ kJ}$$

$$t = \frac{E_{\text{aufgewandt}}}{P} = \frac{490 \text{ kJ}}{2000 \text{ W}} = 245 \frac{\text{J}}{\frac{\text{J}}{\text{s}}} = 245 \text{ s} \approx 4,1 \text{ min}$$

4. geg.: $P_{el} = 220 \text{ MW}$; $\eta = 79\% = 0,79$; $h = 890 \text{ m}$
 ges.: Wasserverbrauch pro Stunde

genutzte Energie pro Stunde: $E_{\text{genutzt}} = P \cdot t = 220 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 7,92 \cdot 10^{11} \text{ J}$

aufzuwendende Energie: $E_{\text{aufgewandt}} = \frac{E_{\text{genutzt}}}{\eta} = \frac{7,92 \cdot 10^{11} \text{ J}}{0,79} = 1,00 \cdot 10^{12} \text{ J}$

$$E_{\text{aufgewandt}} = m g h \Rightarrow m = \frac{E_{\text{aufgewandt}}}{g h} = \frac{1,00 \cdot 10^{12} \text{ J}}{9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 890 \text{ m}} = 1,15 \cdot 10^8 \frac{\text{Nm} \cdot \text{kg}}{\text{Nm}} = 115 \text{ Millionen kg}$$

Pro Stunde werden bei maximaler Leistungsabgabe 115 Millionen Liter Wasser verbraucht.

5. Pro Sekunde müssen 20 kg Wasser (20 Liter entsprechen 20 kg) die kinetische Energie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ kg} \cdot \left(30 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 9000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = 9000 \text{ J} \text{ erhalten.}$$

$$E_{\text{elektrisch}} = E_{\text{aufgewandt}} = \frac{E_{\text{nutz.}}}{\eta} = \frac{E_{\text{kin}}}{\eta} = \frac{9000 \text{ J}}{0,80} = 11250 \text{ J} \approx 11 \text{ kJ} \text{ pro Sekunde.}$$

Die erforderliche elektrische Leistung der Pumpe beträgt daher

$$P_{\text{elektr}} = \frac{E_{\text{elektr}}}{t} = \frac{11 \text{ kJ}}{1 \text{ s}} = 11 \text{ kW}$$