

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Aufgaben zu Leistung und Wirkungsgrad



1. Ein Sportwagen der Masse 0,900 Tonnen beschleunigt in 5,50 Sekunden von 0 auf 100 km/h.
Welche Motorleistung (in der Einheit kW bzw. PS) ist dafür erforderlich, wenn man den Wirkungsgrad mit 40% annimmt?
2. Ein Bergsteiger (mit Gepäck 85 kg) bewältigt einen Höhenunterschied von 1100 m in 2 Stunden 15 Minuten. Wie groß ist die mechanische Leistung des Bergsteigers?
3. Eine Pumpe mit der Leistung 2,0 kW soll 7000 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.

Ergebnisse:

1. 158 kW bzw. 215 PS
2. 0,11 kW
- 3 a) 2,9 min b) 3,6 min
4. 115 Millionen Liter pro Stunde
5. 11 kW

Lösungen zum Aufgabenblatt „Leistung und Wirkungsgrad“ :

$$1. \quad \Delta E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 900 \text{ kg} \cdot \left(\frac{100 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right)^2 = 347 \text{ kJ} \quad \text{und} \quad P_{genutzt} = \frac{347 \text{ kJ}}{5,5 \text{ s}} = 63,1 \text{ kW}$$

$$P_{aufgewandt} = \frac{P_{genutzt}}{\eta} = \frac{63,1 \text{ kW}}{0,40} = 158 \text{ kW} = \frac{158}{0,736} \text{ PS} = 215 \text{ PS}$$



$$2. \quad P = \frac{E_{pot}}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{85 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1100 \text{ m}}{135 \cdot 60 \text{ s}} = 113,1 \dots \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \approx 0,11 \text{ kW}$$

$$3a) \quad P = \frac{E_{pot}}{t} = \frac{mgh}{t} \Rightarrow t = \frac{mgh}{P} = \frac{7000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 5,0 \text{ m}}{2000 \text{ W}} = 171,5 \frac{\text{Nm}}{\frac{\text{J}}{\text{s}}} = 171,5 \text{ s} \approx 2,9 \text{ min}$$

$$3b) \quad E_{pot} = E_{genutzt} = 7000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 5,0 \text{ m} = 343 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{E_{genutzt}}{E_{aufgewandt}} \Rightarrow E_{aufgewandt} = \frac{E_{genutzt}}{\eta} = \frac{343 \text{ kJ}}{80\%} = 429 \text{ kJ}$$

$$t = \frac{E_{aufgewandt}}{P} = \frac{429 \text{ kJ}}{2000 \text{ W}} = 214,5 \frac{\text{J}}{\frac{\text{J}}{\text{s}}} = 214,5 \text{ s} \approx 3,6 \text{ min}$$

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

ges.: Wasserverbrauch pro Stunde

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

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

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

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

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

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

Die erforderliche elektrische Leistung der Pumpe beträgt daher

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