

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Wirkungsgrad

Die Glühlampe ist ein Energiewandler.
Sie wandelt **elektrische Energie** in **Strahlungsenergie** um.
Neben der **genutzten** Strahlungsenergie liefert die Glühlampe
aber auch noch **nicht genutzte** Wärmeenergie.



Mit dem so genannten **Wirkungsgrad η** gibt man an, wie groß der Anteil der nutzbaren Energie E_{genutzt} an der insgesamt aufgewandten Energie $E_{\text{aufgewandt}}$ ist.

Wirkungsgrad $\eta = \frac{E_{\text{genutzt}}}{E_{\text{aufgewandt}}}$ bzw. $\eta = \frac{\text{genutzte Leistung}}{\text{aufgewandte Leistung}} = \frac{P_{\text{genutzt}}}{P_{\text{aufgewandt}}}$

Bei der Glühlampe ist die genutzte Energie die Strahlungsenergie und die aufgewandte Energie die „hineingesteckte“ elektrische Energie.

Der Wirkungsgrad einer durchschnittlichen Glühlampe beträgt etwa $\eta = \frac{E_{\text{genutzt}}}{E_{\text{aufgewandt}}} \approx 7\%$.

Der Wirkungsgrad einer Energiesparlampe beträgt etwa 15% ,
der Wirkungsgrad einer LED dagegen bis zu 70%.

Aufgaben

1. Ein Sportwagen der Masse 0,900 Tonnen beschleunigt in 5,50 Sekunden von 0 auf 100 km/h.
 - a) Welche „Beschleunigungsleistung“ wird dafür benötigt?
 - b) Welche Motorleistung (in der Einheit kW bzw. PS) ist dafür erforderlich, wenn man den Wirkungsgrad mit 40% annimmt?



2. Eine Pumpe mit der Leistung 2,0 kW soll 7000 Liter Wasser 5,0 m hoch pumpen.
 - a) Wie lange dauert das mindestens? (D.h., du gehst davon aus, dass die gesamte Leistung der Pumpe zum Hochpumpen des Wassers verwendet werden kann.)
 - b) Wie lange dauert das, wenn man den Wirkungsgrad der Pumpe ($\eta = 80\%$) kennt?

3. Eine Feuerspritze, die mit einer Pumpe betrieben wird, soll in jeder Sekunde 20 Liter Wasser mit einer Geschwindigkeit von $30 \frac{m}{s}$ liefern.
 - a) Wie groß ist die Beschleunigungsarbeit, die pro Sekunde an den 20 Litern zu verrichten ist?
 - b) Welche elektrische Leistung muss die Pumpe haben, wenn der Wirkungsgrad solcher Pumpen einen Wert von ca. 80% hat.

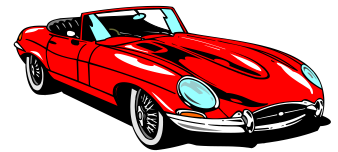


Physik * Jahrgangsstufe 8 * Wirkungsgrad * Lösungen

1. a) Beschleunigungsarbeit $W_{\text{beschl.}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 900 \text{ kg} \cdot \left(\frac{100 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}\right)^2 = 347222 \text{ J} \approx 0,35 \text{ MJ}$

Beschleunigungsleistung $P_{\text{beschl.}} = \frac{W_{\text{beschl.}}}{t} = \frac{347222 \text{ J}}{5,50 \text{ s}} = 63131 \text{ W} \approx 63,1 \text{ kW}$

b) $\eta = \frac{P_{\text{genutzt}}}{P_{\text{aufgewandt}}} = \frac{P_{\text{beschl.}}}{P_{\text{Motor}}} \Rightarrow P_{\text{Motor}} = \frac{P_{\text{beschl.}}}{\eta} = \frac{63,1 \text{ kW}}{0,40} \approx 158 \text{ kW} = \frac{158 \text{ kW}}{736 \text{ W}} \cdot \text{PS} \approx 214 \text{ PS}$



2. a) Zum Hochpumpen benötigt man die

Hubarbeit $W_{\text{Hub}} = m \cdot g \cdot h = 7000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,0 \text{ m} = 343 \text{ kJ}$

Für die dazu benötigte Zeit t bei einer Leistung P von 2,0 kW folgt

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{343 \text{ kJ}}{2,0 \text{ kW}} = \frac{343 \text{ J}}{2,0 \text{ J/s}} = 171,5 \text{ s} \approx 2,9 \text{ min}$

b) $\eta = \frac{W_{\text{genutzt}}}{W_{\text{aufgewandt}}} = \frac{W_{\text{Hub}}}{W_{\text{Pumpe}}} \Rightarrow W_{\text{Pumpe}} = \frac{W_{\text{Hub}}}{\eta} = \frac{343 \text{ kJ}}{0,80} \approx 429 \text{ kJ}$

Die Pumpe muss also insgesamt 429 kJ aufwenden und benötigt daher die Zeit

$t = \frac{W_{\text{Pumpe}}}{P_{\text{Pumpe}}} = \frac{429 \text{ kJ}}{2,0 \text{ kW}} = \frac{429 \text{ J}}{2,0 \text{ J/s}} = 214,5 \text{ s} \approx 3,6 \text{ min}$

3. a) Pro Sekunde muss die Spritze folgende Beschleunigungsarbeit verrichten:

$W_{\text{beschl.}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ kg} \cdot \left(30 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 9000 \text{ J} = 9,0 \text{ kJ}$

b) Die genutzte Leistung beträgt damit

$P_{\text{genutzt}} = P_{\text{beschl.}} = \frac{W_{\text{beschl.}}}{t} = \frac{9,0 \text{ kJ}}{1,0 \text{ s}} = 9,0 \text{ kW}$

$\eta = \frac{P_{\text{genutzt}}}{P_{\text{aufgewandt}}} = \frac{P_{\text{beschl.}}}{P_{\text{Pumpe, elektr.}}} \Rightarrow P_{\text{Pumpe, elektr.}} = \frac{P_{\text{beschl.}}}{\eta} = \frac{9,0 \text{ kW}}{0,80} = 11,25 \text{ kW} \approx 11 \text{ kW}$

Die elektrische Leistung der Pumpe sollte also mindestens 11 kW betragen.

