

Oberstufe: Ergebnisse und ausführliche Lösungen zu Arbeit, Leistung und dem Wirkungsgrad VI

Ergebnisse:

E1	Was wäre das für eine Maschine, die einen Wirkungsgrad hätte, der größer als 100 % wäre?
	Ergebnis
	Eine Maschine die mehr Energie abgibt als sie benötigt.
E2	Berechnen Sie die Bewegungsenergie eines 1200 kg schweren Pkw bei Geschwindigkeiten von 90 km/h und von 180 km/h und die eines 30 t schweren Lastzuges bei 90 km/h. Vergleichen Sie.
	Ergebnis
	PKW bei 90 km/h 375 kJ, bei 180 km/h 1500 kJ. LKW bei 90 km/h 9375 kJ.
E3	Die menschliche Dauerleistung beträgt etwa 75 W.
	a) Wie groß ist dabei in 8 Stunden verrichtete Arbeit, gemessen in kWh und J?
	b) Welchem Geldwert entspricht diese mechanische Arbeit, wenn 1 kWh 0,22 € kostet?
	Ergebnisse
	a) Die in 8 Stunden verrichtete Arbeit beträgt 2 160 000 J oder 0,6 kWh.
	b) Die mechanische Arbeit entspricht einem Geldwert von 0,132 €.
E4	Bei einem Schwerlasttransporter $m = 40$ t versagen bei einer Geschwindigkeit von 18 km/h die Bremsen. Welche Geschwindigkeit erreicht er am Ende einer 250 m langen Gefällstrecke von 9%, wenn er ungebremst herunterrollt? Wie groß ist dann seine Bewegungsenergie in kJ?
	Ergebnis
	Die Geschwindigkeit beträgt etwa 77,6 km/h. $W = 9293,458$ kJ.
E5	Eine Kreiselpumpe in einem Bergwerk fördert in der Minute 1200 Liter Wasser auf eine Höhe von 100 m. Welche Leistung muss der Antriebsmotor aufbringen, wenn die Pumpe einen Wirkungsgrad von 85% besitzt?
	Ergebnis
	Der Antriebsmotor der Kreiselpumpe muss eine Leistung von etwa 23082 Watt aufbringen, das sind ca. 23,082 kW.
E6	Kohlekraftwerke haben einen Wirkungsgrad von 40 %.
	a) Welche Wärmeleistung muss durch Verbrennung von Kohle für ein 750 MW Kraftwerk bereitgestellt werden?
	b) Wie viel t Kohle muss täglich (24 h) verbrannt werden, um den Energiebedarf des Kraftwerks zu decken? (spezifischer Heizwert der Kohle : 31 MJ/kg)
	Ergebnisse
	a) Die Wärmeleistung beträgt 1875 MW.
	b) Täglich müssen etwa 5226 t Kohle verbrannt werden.

E7	Was bedeutet die Aussage, der Wirkungsgrad eines Dieselmotors beträgt 42 %?
	Ergebnis
	Der Motor hat nur 42% Energienutzung.

E8	Was versteht man unter einem Perpetuum Mobile? Warum gibt es solche Maschinen nicht?
	Ergebnis
	Eine Maschine , die sich selbst antreibt.

(C) Rudolf Brinkman
Original Word- Dokumente
ohne Copyright- Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>

Ausführliche Lösungen

A1	Aufgabe
	Was wäre das für eine Maschine, die einen Wirkungsgrad hätte, der größer als 100 % wäre?

A1	Ausführliche Lösung
	Der Wirkungsgrad einer Maschine kennzeichnet das Verhältnis von abgegebener Energie zur zugeführten Energie. Wenn der Wirkungsgrad größer als 100% wäre, dann würde die Maschine mehr Energie abgeben als man ihr zuführt. Eine solche Maschine ist nach dem Energieerhaltungssatz nicht möglich. Energie kann weder erzeugt, noch vernichtet werden. Sie lässt sich lediglich in andere Formen umwandeln. Bei diesen Umwandlungen wird immer nur ein Teil der zur Verfügung stehenden Energie in die gewünschte umgewandelt. Der Rest tritt oft in unerwünschter Form auf, wie z.B. die Abwärme bei Wärmekraftwerken.

A2	Aufgabe
	Berechnen Sie die Bewegungsenergie eines 1200 kg schweren Pkw bei Geschwindigkeiten von 90 km/h und von 180 km/h und die eines 30 t schweren Lastzuges bei 90 km/h. Vergleichen Sie.

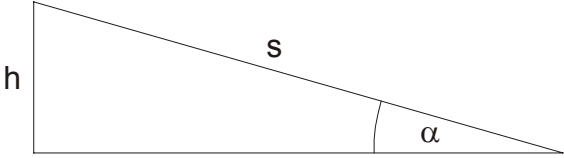
A2	Ausführliche Lösung
	<p>gegeben : PKW $m = 1200 \text{ kg}$ $v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v_2 = 180 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>LKW $m = 30 \text{ t} = 30000 \text{ kg}$ $v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\left(1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J} \right)$</p> <p>gesucht : Bewegungsenergie</p> <p>PKW $m = 1200 \text{ kg}$</p> <p>$v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow E_{90} = \frac{m}{2} \cdot v^2 = 600 \text{ kg} \cdot 625 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 375\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \underline{\underline{375 \text{ kJ}}}$</p> <p>$v_2 = 180 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow E_{180} = \frac{m}{2} \cdot v^2 = 600 \text{ kg} \cdot 2500 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 1\,500\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \underline{\underline{1500 \text{ kJ}}}$</p> <p>LKW $m = 30000 \text{ kg}$</p> <p>$v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\Rightarrow E_{90} = \frac{m}{2} \cdot v^2 = 15\,000 \text{ kg} \cdot 625 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 9\,375\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \underline{\underline{9375 \text{ kJ}}}$</p> <p>PKW bei 90 km/h 375 kJ, bei 180 km/h 1500 kJ. LKW bei 90 km/h 9375 kJ. Bei gleichbleibender Masse wächst die Bewegungsenergie mit dem Quadrat der Geschwindigkeit. Bei gleichbleibender Geschwindigkeit wächst die Bewegungsenergie proportional mit der Masse.</p>

A3	Aufgabe
	Die menschliche Dauerleistung beträgt etwa 75 W.
	a) Wie groß ist dabei in 8 Stunden verrichtete Arbeit, gemessen in kWh und J? b) Welchem Geldwert entspricht diese mechanische Arbeit, wenn 1 kWh 0,22 € kostet?

A3	Ausführliche Lösungen
	a) gegeben : $P = 75 \text{ W}$ $t = 8 \text{ h} = 28\,800 \text{ s}$ $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ Ws}$ gesucht : W $W = P \cdot t = 75 \text{ W} \cdot 28\,800 \text{ s} = 2\,160\,000 \text{ Ws} = \underline{\underline{2\,160\,000 \text{ J}}}$ $W = \frac{2\,160\,000}{3\,600\,000} \text{ kWh} = \underline{\underline{0,6 \text{ kWh}}}$ Die in 8 Stunden verrichtete Arbeit beträgt 2 160 000 J oder 0,6 kWh.

A3	Ausführliche Lösungen
	b) gegeben : $W = 0,6 \text{ kWh}$ $0,22 \text{ € / kWh}$ Strompreis gesucht : Geldwert Geltwert = $0,22 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 0,6 \text{ kWh} = \underline{\underline{0,132 \text{ €}}}$ Die mechanische Arbeit entspricht einem Geldwert von 0,132 €.

A4	Aufgabe
<p>Bei einem Schwerlasttransporter ($m = 40 \text{ t}$) versagen bei einer Geschwindigkeit von 18 km/h die Bremsen. Welche Geschwindigkeit erreicht er am Ende einer 250 m langen Gefällstrecke von 9%, wenn er ungebremst herunterrollt? Wie groß ist dann seine Bewegungsenergie in kJ?</p>	

A4	Ausführliche Lösung
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $\sin(\alpha) = \frac{h}{s} \Leftrightarrow h = s \cdot \sin(\alpha)$ </div> </div> <p>gegeben: $v_1 = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $s = 250 \text{ m}$ $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ 9% Gefälle $m = 40 \text{ t}$</p> <p>gesucht: v_2 Bewegungsenergie</p> <p>9% Gefälle bedeutet: $\tan(\alpha) = 0,09 \Leftrightarrow \alpha = \arctan(0,09) \approx 5,143^\circ$</p> <p>$\sin(\alpha) = \frac{h}{s} \Leftrightarrow h = s \cdot \sin(\alpha)$</p> <p>Berechnung von v_2 :</p> $\frac{m}{2} \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h = \frac{m}{2} \cdot v_2^2 \quad \cdot \frac{2}{m}$ $\Leftrightarrow v_1^2 + 2 \cdot g \cdot h = v_2^2 \quad \sqrt{\quad}$ $\Leftrightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{v_1^2 + 2 \cdot g \cdot s \cdot \sin(\alpha)}$ $= \sqrt{25 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 250 \text{ m} \cdot \sin(\alpha)}$ $\approx \sqrt{464,673 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx 21,556 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 77,602 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ <p>Berechnung der Bewegungsenergie:</p> $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h$ $= 20000 \text{ kg} \cdot 25 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 40000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 250 \text{ m} \cdot \sin(\alpha) = \underline{\underline{9293,458 \text{ kJ}}}$ <p>Die Geschwindigkeit beträgt etwa $77,6 \text{ km/h}$. Die Bewegungsenergie beträgt etwa $W = 9293,458 \text{ kJ}$.</p>	

A5	Aufgabe
	Eine Kreiselpumpe in einem Bergwerk fördert in der Minute 1200 Liter Wasser auf eine Höhe von 100 m. Welche Leistung muss der Antriebsmotor aufbringen, wenn die Pumpe einen Wirkungsgrad von 85% besitzt?

A5	Ausführliche Lösung
	<p>Umrechnungen und Konstante:</p> $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1\text{N} \quad 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ Nm} = 1\text{Ws} = 1\text{J}$ <p>gegeben: Fördermenge = 1200 $\frac{\text{Liter}}{\text{min.}}$ $\Rightarrow m = 1200 \text{ kg}$ $t = 60 \text{ s}$ $h = 100 \text{ m}$ Wirkungsgrad $\eta = 85\% = 0,85$ gesucht: Antriebsleistung P_{zu}</p> <p>Arbeit: $W = m \cdot g \cdot h = 1200 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 100 \text{ m}$ $= 1200 \cdot 9,81 \cdot 100 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = 1177200 \text{ Nm} = 1177200 \text{ Ws}$</p> <p>Leistung: $P_{\text{ab}} = \frac{W}{t} = \frac{1177200 \text{ Ws}}{60 \text{ s}} = 19620 \text{ W} = 19,62 \text{ kW}$</p> <p>$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} \Leftrightarrow P_{\text{zu}} = \frac{P_{\text{ab}}}{\eta} = \frac{19,62 \text{ kW}}{0,85} \approx \underline{\underline{23,082 \text{ kW}}}$</p> <p>Der Antriebsmotor der Kreiselpumpe muss eine Leistung von etwa 23082 Watt aufbringen, das sind ca. 23,082 kW.</p>

A6	Aufgabe
	Moderne Kohlekraftwerke haben einen Wirkungsgrad von 40 %.
	a) Welche Wärmeleistung muss durch Verbrennung von Kohle für ein 750 MW Kraftwerk bereitgestellt werden?
	b) Wie viel t Kohle muss täglich (24 h) verbrannt werden, um den Energiebedarf des Kraftwerks zu decken? (spezifischer Heizwert der Kohle : 31 MJ/kg)

A6	Ausführliche Lösungen
	<p>a) gegeben : $\eta = 40\% \hat{=} 0,4$ $P_{\text{ab}} = 750 \text{ MW}$ gesucht : P_{zu}</p> <p>$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} \Leftrightarrow P_{\text{zu}} = \frac{P_{\text{ab}}}{\eta} = \frac{750 \text{ MW}}{0,4} = \underline{\underline{1875 \text{ MW}}}$</p> <p>Die Wärmeleistung beträgt 1875 MW.</p>

A6	Ausführliche Lösungen
	<p>b) gegeben : $31 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 31 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ Heizwert der Kohle $P_{\text{zu}} = 1875 \text{ MW}$ $t = 24 \text{ h}$</p> <p>gesucht : Kohlebedarf</p> $W_{\text{zu}} = P_{\text{zu}} \cdot t = 1875 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 162000000 \cdot 10^6 \text{ Ws}$ $= 162 \cdot 10^{12} \text{ Ws} = 162 \cdot 10^{12} \text{ J}$ $\text{Kohlebedarf} = \frac{W_{\text{zu}}}{\text{Heizwert}} = \frac{162 \cdot 10^{12} \text{ J}}{31 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \frac{162}{31} \cdot 10^6 \text{ kg}$ $\approx 5,226 \cdot 10^6 \text{ kg} = 5226 \cdot 10^3 \text{ kg} = \underline{\underline{5226 \text{ t}}}$ <p>Täglich müssen etwa 5226 t Kohle verbrannt werden.</p>
A7	Aufgabe
	Was bedeutet die Aussage, der Wirkungsgrad eines Dieselmotors beträgt 42 %?
A7	Ausführliche Lösung
	Der Wirkungsgrad eines Dieselmotors beträgt 42% bedeutet, dass nur 42% der zugeführten Energie in Form von Diesel tatsächlich in mechanische Energie umgewandelt wird. Die verbleibenden 58% gehen in Form von Wärme und Reibungsverlusten verloren.
A8	Aufgabe
	Was versteht man unter einem Perpetuum Mobile? Warum gibt es solche Maschinen nicht?
A8	Ausführliche Lösung
	Ein Perpetuum Mobile ist eine Vorrichtung mechanischer, chemischer oder anderer Natur, die einmal in Betrieb gesetzt, auf Dauer in Betrieb bleibt und wünschenswerter Weise zusätzlich Arbeit verrichtet. Nur der natürliche Verschleiß der Bestandteile setzt der dauernden Bewegung ein Ende. Eine solche Maschine kann nach dem Energieerhaltungssatz nicht existieren.