

Übungsaufgaben

Thema: Arbeit und Energie

Wissensfragen

1. Was versteht man in der Physik unter Arbeit? Wie ist die Arbeit definiert? Welche Formen von Arbeit gibt es und wie sind sie definiert?
2. Was versteht man physikalisch unter Leistung?
3. Was ist der Wirkungsgrad?
4. Was versteht man unter potentieller und kinetischer Energie? Geben Sie die jeweiligen Berechnungsformeln an! Nennen Sie Beispiele!
5. Nennen Sie die 2 Energiesätze, die in der Mechanik eine Rolle spielen! Was besagen die Energiesätze? Gegen Sie ggf. Formeln für die Energiesätze an!

Wichtige Gleichungen

Arbeit

$$W = Fs \text{ mit } F = \text{konstant}$$

$$\text{Verschiebungsarbeit: } W = -\vec{F} \cdot \vec{s} = -Fs \cos \alpha$$

$$\text{Arbeit gegen die Schwerkraft: } W = -m\vec{g} \cdot \vec{s} = -mgh \sin 180^\circ \text{ bzw. } W = mgh$$

$$\text{Dehnungsarbeit: } W = -\int_0^{x_0} (-k\vec{x}) d\vec{x} = k \int_0^{x_0} x dx \cos 0^\circ$$

$$W = \frac{kx_0^2}{2} = \frac{F_0x_0}{2}$$

$$\text{Beschleunigungsarbeit: } W = -\int_{P_1}^{P_2} \vec{F}_T \cdot d\vec{r} = \frac{m}{2} (v^2 - v_0^2)$$

Leistung:

$$P = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}} = \frac{W}{t}$$

Momentanleistung:

$$P = \frac{-\vec{F} \cdot \vec{v} dt}{dt} = -\vec{F} \cdot \vec{v} = -Fv \cos \alpha = F_v v$$

mit F_v – Kraftkomponenten entgegen der Geschwindigkeitsrichtung

Wirkungsgrad: $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$

Energie:

Kinetische Energie: $E_{kin} = \frac{m}{2}v^2$

Potentielle Energie: $E_{pot} = mgh$

Potentielle Energie einer Feder: $E_{pot} = \frac{kx_0^2}{2}$

Energiesatz der Mechanik: $E_{kin} + E_{pot} = E_{ges} = const$

Aufgaben

Teil 1: Zum Warmwerden

1. Ein Kraftfahrzeug mit der Masse 1,5 t wird aus dem Ruhezustand auf horizontaler Strecke mit $1,0 \text{ m/s}^2$ beschleunigt. Die Fahrwiderstandszahl beträgt 0,02. Zu bestimmen sind:
 - a) Die Arbeit, die in den ersten 10 s der Bewegung verrichtet wird;
 - b) Die mittlere Leistung, die in dieser Zeitspanne aufgebracht wird;
 - c) Die Momentanleistung, die am Ende der zehnten Sekunde aufgebracht wird
 - d) Die Entfernung, die das Fahrzeug nach Abstellen des Motors am Ende der zehnten Sekunde bis zum Stillstand zurücklegt.
2. Ein Förderkorb bewegt sich mit der konstanten Beschleunigung $0,1 \text{ m/s}^2$ im Verlauf von 50 s im Schacht nach oben. Zu bestimmen ist die Durchschnittsleistung, die während dieser Zeitspanne aufgebracht wird, wenn der Wirkungsgrad der Förderanlage 0,8 beträgt. Der Förderkorb hat mit Last die Masse 5 t. Als Nutzarbeit wird die zur Änderung der mechanischen Energie aufgebrachte Arbeit bezeichnet.
3. Zu bestimmen ist die Nutzleistung einer Wasserturbine mit dem Wirkungsgrad von 90%, wenn das Wasser mit der Geschwindigkeit $6,0 \text{ m/s}$ in die Turbine eintritt und mit der Geschwindigkeit $1,0 \text{ m/s}$ austritt. Der Niveauunterschied beträgt 4 m. Der Volumenstrom (Volumen, das durch den Strömungsquerschnitt in der Zeiteinheit hindurchtritt) des Wassers ist $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Arbeit:

1. Unter der Wirkung der aufeinander senkrecht stehenden Kräfte 3 N und 4 N wird ein Körper in Richtung der Resultierenden dieser Kräfte um die Strecke 15 m verschoben. Wie groß ist die Arbeit jeder einzelnen Kraft und der Resultierenden? Nach welcher Regel erfolgt die Addition der Arbeiten.
2. Ein Körper mit der Masse 20 kg wird durch eine Kraft von 400 N, die in der Bewegungsrichtung wirkt, senkrecht nach oben gezogen. Welche Arbeit wird auf einem Weg von 10 m verrichtet? Welche Arbeit wird dabei von der Schwerkraft verrichtet?
3. Ein Bandförderer von 10 m Länge transportiert einen Körper mit dem Gewicht 20 kN. Welche Arbeit wird bei gleichförmiger Aufwärtsbewegung des Körpers verrichtet, wenn das Transportband unter dem Winkel 30° zur Horizontalen geneigt ist? Die Reibung wird vernachlässigt.
4. Ein Kraftfahrzeug von 2 t Masse fährt mit der Beschleunigung 2 m/s^2 an und bewegt sich 5 s lang beschleunigt auf waagerechter Strecke. Welche Arbeit wird in dieser Zeit verrichtet, wenn die Fahrwiderstandszahl 0,01 beträgt?
5. Ein ruhender Körper mit der Masse $m = 20 \text{ kg}$ wird in der Zeit $t = 10 \text{ s}$ gleichmäßig beschleunigt auf die Höhe $h = 20 \text{ m}$ angehoben. Zu bestimmen ist die Größe der verrichteten Arbeit. Die Reibung wird vernachlässigt.

Leistung

1. Ein Kraftfahrzeug mit der Masse $m = 1,5 \text{ t}$ legt beim Anfahren den $s = 25 \text{ m}$ in der Zeit $t = 5,0 \text{ s}$ zurück, wobei es sich gleichmäßig beschleunigt auf waagerechter Fahrbahn bewegt. Zu bestimmen sind:
 - a) Die Durchschnittsleistung, die das Auto auf diesem Wegstück entwickelt
 - b) Die Momentanleistung, die am Ende des Wegstücks aufgebracht wird.Der Fahrwiderstand wird vernachlässigt.
2. Ein Zug mit der Masse $m = 600 \text{ t}$ fährt von einer Station ab und legt in der ersten Minute seiner Bewegung, die gleichmäßig beschleunigt auf waagerechter Strecke erfolgt, den Weg $s = 360 \text{ m}$ zurück. Zu bestimmen sind
 - a) Die Durchschnittsleistung, die von der Lokomotive auf diesem Wegstück aufgebracht werden muss;
 - b) Die Leistung, die am Ende der 60. Sekunde entwickelt wird.Die Fahrwiderstandszahl ist $\mu_F = 0,005$.

3. Ein Fahrzeug mit der Masse 30 t fährt einen Berg hinauf, der den Neigungswinkel 30° hat. Welche maximale Geschwindigkeit kann das Fahrzeug bei einer Nutzleistung $P_e = 360$ kW entwickeln? Der Fahrwiderstand wird vernachlässigt.

Energie

1. Mit welcher Geschwindigkeit muss sich ein Fahrzeug mit der Masse $m_1 = 2,0$ t bewegen, damit es die gleiche kinetische Energie besitzt wie ein Geschöß der Masse $m_2 = 10$ kg, dass mit einer Geschwindigkeit $v_2 = 800$ m/s bewegt?
2. Welchen Weg legt ein Körper zurück, der sich auf einer waagerechten Ebene mit der Geschwindigkeit 20 m/s bewegt, nachdem die Antriebskraft zu wirken aufhört, wenn die Reibungszahl für den Körper auf der Ebene 0,1 beträgt? In welche Energieform geht dabei die kinetische Energie des Körpers über?
3. Ein Körper mit der Masse 100 kg fällt innerhalb von 5 s aus 75 m Höhe auf die Erde. Zu bestimmen sind die Arbeit des Luftwiderstandes und der Betrag dieser Kraft, die als konstant angenommen wird.
4. Ein Körper, der aus der Höhe 75 m mit der Geschwindigkeit 10 m/s senkrecht nach unten geworfen wird, hat beim Aufschlag auf der Erde die kinetische Energie 1,6 kJ. Zu bestimmen sind
 - a) Die Masse des Körpers
 - b) Die Geschwindigkeit des Körpers zum Zeitpunkt des Aufschlages.Der Luftwiderstand wird vernachlässigt.
5. Ein ruhender Körper der Masse 10 kg fällt frei aus 20 m Höhe.
 - a) Wie groß ist die kinetische Energie beim Aufschlag auf die Erde?
 - b) In welchem Bahnpunkt ist die kinetische Energie dreimal so groß wie die potentielle?Der Luftwiderstand wird vernachlässigt.

Wirkungsgrad

1. Zu bestimmen ist der Wirkungsgrad der Turbine eines Wasserkraftwerkes, wenn bei einem Volumenstrom von 700 m³/s und dem Niveauunterschied von 16 m die Leistung 100 MW entwickelt wird.
2. Zu bestimmen ist die Nutzleistung einer Turbine, wenn bei einem Niveauunterschied von 50 m in jeder Sekunde 113 m³ Wasser durch die Turbine fließen. Ihr Wirkungsgrad ist 0,9