

Oberstufe: Ergebnisse und ausführliche Lösungen zur Klassenarbeit zur Mechanik III (Variante A)

Ergebnisse:

E1	Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad		
	a)	Wie lauten die Formeln für die physikalischen Begriffe Arbeit, Hubarbeit, Bewegungsenergie, Spannenergie, Leistung und Wirkungsgrad?	
	b)	In welchen Einheiten werden Arbeit und Energie angegeben?	
	c)	Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den von Ihnen genannten Einheiten?	
	Ergebnisse		
a)	$W = F \cdot s$	$W = m \cdot g \cdot h$	$W = \frac{m \cdot v^2}{2}$
	$W = \frac{F_{\text{Max}} \cdot s}{2}$	$P = \frac{W}{t}$	$\eta = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{zu}}} = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}}$
b)	Nm, J, Ws.		
c)	1 Nm = 1 J = 1 Ws.		
E2	Wie groß ist die Arbeit, die ein Schüler ($m = 65 \text{ kg}$) verrichtet, wenn er auf einen Turm von 90 m Höhe steigt?		
	Ergebnis		
	Der Schüler verrichtet die Arbeit: $W = 57\,388,5 \text{ Nm}$.		
E3	Ein Schlitten wird mit der konstanten Kraft $F = 120 \text{ N}$ eine Strecke von 1,2 km gezogen. Welche Arbeit wird verrichtet?		
	Ergebnis		
	Es wird die Arbeit 144 000 Nm verrichtet.		
E4	Spannenergie		
	a)	Was verstehen Sie unter Spannenergie?	
	b)	Ein Schüler zieht einen Expander mit der Kraft $F_{\text{max}} = 400 \text{ N}$ 35 cm aus. Welche Energie steckt in den gespannten Bändern?	
	Ergebnisse		
	a)	Die in einer gespannten Feder gespeicherte Energie.	
b)	In den gespannten Bändern steckt die Energie 70 Nm.		
E5	Ein Maurer transportiert 30 kg Ziegelsteine in 40 s 15 m hoch. Berechnen Sie Arbeit und Leistung.		
	Ergebnis		
	Die Arbeit beträgt 4 414,5 Nm. Die Leistung beträgt 110,3625 W.		

E6	Ein Auto wiegt 10 kN. Es hat einen Motor, der 50 kW leistet. In welcher Zeit müsste das Auto auf einen 2000 m hohen Berg hinauffahren können?
	Ergebnis
	Das Auto müsste theoretisch in 400s (6 min 40s) den Berg hinauffahren können.
7.	Bewegungsenergie
	a) Welche Bewegungsenergie hat ein Pkw ($m = 1200 \text{ kg}$) bei einer Geschwindigkeit von 108 km/h?
	b) Bei welcher Geschwindigkeit hat er die Bewegungsenergie 800 kJ?
	Ergebnisse
	a) Der PKW hat eine Bewegungsenergie von 540 000 Nm.
	b) Bei einer Geschwindigkeit von 131,5 km/h hat er 800 kJ Bewegungsenergie.
E8	Ein Auto prallt mit 144 km/h gegen eine feste Mauer. Aus welcher Höhe müsste es frei herabfallen, um die gleiche zerstörende Energie zu bekommen?
	Ergebnis
	Das Auto müsste aus einer Höhe von etwa 81,549 m herabfallen.
E9	Ein Stein ($m = 850 \text{ g}$) wird von einem 20 m hohen Turm mit einer Geschwindigkeit $v_1 = 8 \text{ m/s}$ waagrecht weggeworfen.
	a) Mit welcher Geschwindigkeit v_2 erreicht er den Erdboden, wenn man vom Luftwiderstand absieht?
	b) Wie wirkt es sich aus, wenn man den Stein statt waagrecht, senkrecht mit der Geschwindigkeit $v_1 = 8 \text{ m/s}$ nach unten wirft?
	Ergebnisse
	a) Der Stein erreicht den Boden mit einer Geschwindigkeit von etwa 21,4 m/s.
	b) Geschwindigkeit bleibt gleich, Fallzeit verringert sich.

Ausführliche Lösungen:

A1	Ausführliche Lösung	
a)	Arbeit : $W = F \cdot s$	F = Kraft, s = Weg
	Hubarbeit : $W = m \cdot g \cdot h$	m = Masse, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$, h = Hubhöhe
	Bewegungsenergie : $W = \frac{m \cdot v^2}{2}$	m = Masse, v = Geschwindigkeit
	Spannenergie : $W = \frac{F_{Max} \cdot s}{s}$	F_{Max} = max. Kraft, s = Spannweg
	Leistung : $P = \frac{W}{t}$	W = Arbeit, t = Zeit
	Wirkungsgrad : $\eta = \frac{W_{ab}}{W_{zu}} = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$	abgeg. Energie/zugef. Energie
b)	Einheiten für Arbeit und Energie sind: Nm: Newtonmeter, J: Joule und Ws: Wattsekunde.	
c)	Folgender Zusammenhang besteht zwischen den Einheiten: 1 Nm = 1 J = 1 Ws	

A2	Ausführliche Lösung	
	gegeben : m = 65 kg h = 90 m g = $9,81 \frac{m}{s^2}$	
	gesucht : W $\left(1 \frac{kg \cdot m}{s^2} = 1N \right)$	
	$W = m \cdot g \cdot h = 65 kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 90 m = 65 \cdot 9,81 \cdot 90 \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = \underline{\underline{57\,388,5 Nm}}$	
	Der Schüler verrichtet die Arbeit: W = 57 388,5 Nm.	

A3	Ausführliche Lösung	
	gegeben : F = 120 N s = 1,2 km = 1200 m gesucht : W	
	$W = F \cdot s = 120 N \cdot 1200 m = \underline{\underline{144\,000 Nm}}$	
	Es wird die Arbeit 144 000 Nm verrichtet.	

A4	Ausführliche Lösung
a)	Spannenergie ist die in einer Feder gespeicherte Energie. Auch andere Gegenstände wie zum Beispiel Sportgeräte, die sich spannen lassen enthalten Spannenergie. Beim Abschuss eines Pfeils zum Beispiel entspannt sich der Bogen. Seine Energie wird auf den Pfeil übertragen, der ihn in Bewegung setzt.
b)	gegeben : $F_{\text{Max}} = 400\text{N}$ $s = 0,35\text{m}$ gesucht : W $W = \frac{F_{\text{Max}} \cdot s}{2} = \frac{400\text{N} \cdot 0,35\text{m}}{2} = \underline{\underline{70\text{Nm}}}$ <p>In den gespannten Bändern steckt die Energie 70 Nm.</p>

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: $h = 15\text{m}$ $m = 30\text{kg}/\text{Ladung}$ $t = 40\text{s}$</p> <p>gesucht : $W = F \cdot s$ und $P = \frac{W}{t}$</p> <p>Die Kraft F ist die Gewichtskraft: $F = m \cdot g = 30\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>Für die Hubarbeit gilt: $W = m \cdot g \cdot h = 30\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15\text{m} = 30 \cdot 9,81 \cdot 15 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ $= 4414,5 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \underline{\underline{4414,5\text{Nm}}} = 4414,5\text{Ws}$</p> <p>Für die leistung gilt: $P = \frac{W}{t} = \frac{4414,5\text{Ws}}{40\text{s}} = \underline{\underline{110,3625\text{W}}}$</p> <p>Die verrichtete Arbeit pro Ladung beträgt 4414,5 Nm. Der Arbeiter leistet dabei etwa 110,365 Watt.</p>	

A6	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: Gewichtskraft 10kN = 10 000N Motorleistung 50kW = 50 000 W Höhe h = 2000m</p>	
<p>gesucht : Zeit t</p>	
<p>Der Motor verrichtet die Hubarbeit:</p>	
$W = m \cdot g \cdot h = G \cdot h = 10\,000\text{N} \cdot 2000\text{m} = 20\,000\,000\text{Nm} = 20\,000\,000\text{Ws}$	
<p>Für die Leistung gilt: $P = \frac{W}{t} \Leftrightarrow t = \frac{W}{P}$</p>	
$t = \frac{W}{P} = \frac{20\,000\,000\text{Ws}}{50\,000\text{W}} = \underline{\underline{400\text{s}}}$	
<p>Das Auto benötigt für die Bergfahrt 400 Sekunden. Das sind 6 Minuten 40 Sekunden. Bei der Rechnung wurden Reibungsverluste nicht berücksichtigt.</p>	

A7	Ausführliche Lösung
a)	<p>gegeben : m = 1200kg v = 108 $\frac{\text{km}}{\text{h}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>
	<p>gesucht : W $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1\text{N}$</p>
	$W = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{1200\text{kg} \cdot 900 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} = 600 \cdot 900 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \underline{\underline{540\,000\text{Nm}}}$
	<p>Bei 108 km/h hat das Auto eine Bewegungsenergie von 540 000 Nm.</p>

A7	Ausführliche Lösung
b)	<p>gegeben: m = 1200 kg E_{kin} = 800 kJ = 800 000 Nm = 800 000 $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$</p>
	<p>gesucht: Geschwindigkeit v es gilt: $\left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1\text{N} \right)$</p>
	$E_{\text{kin}} = \frac{m \cdot v^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 800\,000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}}{1200\text{kg}}} \approx 36,515 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{131,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$
	<p>Bei einer Geschwindigkeit von etwa 131,5 km/h hat das Auto eine Bewegungsenergie von 800 kJ.</p>

A8	<p>Ausführliche Lösung</p> <p>gegeben: $v = 144 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ gesucht: h</p> <p>$\left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$</p> <p>$E_{\text{kin}} = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ es gilt $E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}}$</p> <p>also $\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot m \cdot g} = \frac{v^2}{2g}$</p> <p>$h = \frac{1600 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{1600}{2 \cdot 9,81} \cdot \frac{\text{m}^2}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 81,549 \cdot \frac{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = \underline{\underline{81,549 \text{ m}}}$</p> <p>Das Auto müsste aus einer Höhe von etwa 81,549 m herabfallen.</p>
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A9	<p>Ausführliche Lösung</p> <p>a) Der Stein besitzt auf dem Turm Höhenenergie und Bewegungsenergie. Wenn der Stein den Boden erreicht, ist seine Energie unverändert. Sie tritt dann allerdings nur noch als Bewegungsenergie auf.</p> <p>gegeben : $m = 850 \text{ g} \quad h = 20 \text{ m} \quad v_1 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>gesucht : v_2 (Geschwindigkeit am Boden)</p> <p>$m \cdot g \cdot h + \frac{m}{2} \cdot v_1^2 = \frac{m}{2} \cdot v_2^2 \quad : m$</p> <p>$\Leftrightarrow g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot v_2^2 \quad \cdot 2$</p> <p>$\Leftrightarrow 2 \cdot g \cdot h + v_1^2 = v_2^2 \Leftrightarrow v_2^2 = 2 \cdot g \cdot h + v_1^2 \quad \sqrt{\quad}$</p> <p>$\Leftrightarrow v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h + v_1^2} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ m} + 64 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx \sqrt{456,4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx \underline{\underline{21,364 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$</p> <p>Der Stein erreicht den Boden mit einer Geschwindigkeit von etwa 21,4 m/s.</p> <p>b) Wird der Stein senkrecht nach unten geworfen, so hat das keinen Einfluss auf seine Geschwindigkeit beim Auftreffen auf den Boden. Lediglich seine Fallzeit wird etwas geringer.</p>
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------