Oberstufe: Ergebnisse und ausführliche Lösungen zur Klassenarbeit zur Mechanik II (Variante B)

Ergebnisse:

E1	Der Körper eines Astronauten hat auf der Erde eine Masse von m = 80 kg. Was wiegt er auf dem Mond? (g_{Erde} = 9,81 m/s^2 , g_{Mond} = 1,62 m/s^2)
	Ergebnis
	Die Gewichtskraft des Astronauten auf dem Mond beträgt etwa 129,6 N.

E2	Warum sind die Kolben eines Verbrennungsmotors aus leichtem Aluminium?
	Ergebnis
	Damit die Kräfte auf die Lager nicht zu groß werden.

E3	Das Triebwerk einer Großrakete mit m = 500 t = 500.000 kg Masse entwickelt eine Schubkraft von F = 8.000.000 N. Welche Beschleunigung erhält die Rakete?
	Ergebnis
	Die Rakete erhält eine Beschleunigung von 16 m/s^2.

E4	Auf einer geraden Landstraße mit der Geschwindigkeitsbegrenzung 80 km/h fährt ein Raser mit 108 km/h an einem parkenden Polizeiauto vorbei. Die Polizei, die den Raser schon kommen sah, reagiert sofort und folgt ihm aus dem Stillstand heraus mit einer konstanten Beschleunigung von a = 2 m/s^2.	
	a)	Wie viel Sekunden nach dem Start hat das Polizeiauto die gleiche Geschwindigkeit wie der Raser, der mit unveränderter Geschwindigkeit weiter fährt?
	b)	Wie weit sind beide Autos dann noch voneinander entfernt?
	c)	Nach welcher Zeit holt das Polizeiauto den Raser ein?
	d)	Wie weit sind beide Autos dann vom Ausgangspunkt entfernt?
	e)	Welche Geschwindigkeit hat das Polizeiauto beim Überholvorgang?
	Hinweis: Rechnen Sie bei der Geschwindigkeit mit m/s Raser: $v_1 = 108\,\frac{km}{h}$ (konstant) $s_1 = v_1 \cdot t$ Polizei: $v_2 = a \cdot t$ $s_2 = \frac{a}{2} \cdot t^2$	
	Ergebnisse	
	a)	15 s nach dem Start hat das Polizeiauto die gleiche Geschwindigkeit.
	b)	Beide Autos sind dann noch 225 m voneinander entfernt.
	c)	Das Polizeiauto holt den Raser nach 30 s ein.
	d)	Beide Autos sind dann 900 m vom Ausgangspunkt entfernt.
	e)	Beim Überholvorgang hat das Polizeiauto eine Geschwindigkeit von 216 km/h.

E5	Fallschirmspringer landen mit einer Geschwindigkeit von etwa 30 km/h. Aus welcher Höhe müssen sich Fallschirmspringer ohne Fallschirm fallen lassen um eine solche Landung zu üben?
	Ergebnis
	Die Sprunghöhe beträgt etwa 3,539 m.

E6	Der Raketenmotor eines Raumschiffs wirbelt beim Landen auf dem Mond sehr viel Staub auf. Warum ist nach dem Abstellen des Motors die Sicht sofort wieder klar– im Gegensatz zur Landung auf der staubigen Erdoberfläche?
	Ergebnis
	Weil es auf dem Mond keine Atmosphäre gibt.

E7	Ein Schlitten wird mit der konstanten Kraft F = 120 N eine Strecke von 1,2 km gezogen. Welche Arbeit wird verrichtet?
	Ergebnis
	Die verrichtete Arbeit beträgt 144 000 Nm.

E8	Ein Stein (m = 1000 g) wird von einem 25 m hohen Turm mit einer Geschwindigkeit v_1 = 10 m/s waagerecht 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 waagerecht, senkrecht mit der Geschwindigkeit v_1 = 10 m/s nach oben wirft?
	c)	Wie wirkt es sich aus, wenn die Masse des Steins halbiert wird (m = 500 g)?
	Ergebnisse	
	a)	Der Stein erreicht den Boden mit einer Geschwindigkeit von etwa 24,3 m/s.
	b)	Geschwindigkeit bleibt gleich, Fallzeit erhöht sich.
	c)	Die Halbierung der Masse hat keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit.

Ausführliche Lösung:

A1	Ausführliche Lösung
	gegeben: $m = 80\,kg \quad g_{Mond} = 1{,}62\,\frac{m}{s^2}$ gesucht: G (Gewichtskraft) $G_{Mond} = m \cdot g_{Mond} = 80\,kg \cdot 1{,}62\,\frac{m}{s^2} = 129{,}6\,\frac{kg \cdot m}{s^2} = \underline{\underline{129{,}6\,N}}$ Die Gewichtskraft des Astronauten auf dem Mond beträgt etwa 129,6 N. Bemerkung: Die Masse des Astronauten ist auch auf dem Mond 80 kg. Doch die Kraft, mit der diese vom Mond angezogen wird ist geringer als auf der Erde, da g_{Mond} = 1,62 m/s^2 ist.

A2	Ausführliche Lösung
	Kolben erfahren hohe Beschleunigungen. Nach dem dynamischen Grundgesetz ist die dabei entstehende Kraft F = Masse x Beschleunigung. Damit die Kräfte in den Lagern nicht zu groß werden, bemüht man sich, die Kolbenmasse möglichst gering zu halten.

A3	Ausführliche Lösung
	gegeben: $m = 500\,000\,kg$ (Raketenmasse) $\quad 1N = \frac{1kg \cdot m}{s^2}$ $F = 8\,000\,000\,N$ (Schubkraft) gesucht: a (Beschleunigung) $F = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{8\,000\,000\,N}{500\,000\,kg} = 16\,\frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{kg} = \underline{\underline{16\,\frac{m}{s^2}}}$ Die Rakete erhält eine Beschleunigung von 16 m/s^2.

A4	Ausführliche Lösung	
	a)	gegeben: v_1 = 108 km/h (Geschwindigkeit des Rasers) a = 2 m/s^2 (Beschleunigungswert des Polizeiautos) gesucht: Zeit, bis v_2 = 108 km/h vom Polizeiauto erreicht wird. $v_1 = 108\,\frac{km}{h} = \frac{108\,m}{3{,}6\,s} = 30\,\frac{m}{s} \qquad a = 2\,\frac{m}{s^2}$ $v_2 = a \cdot t$ und $v_2 = v_1 = 30\,\frac{m}{s}$ $v_2 = a \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{v_2}{a} = \frac{30\,\frac{m}{s}}{2\,\frac{m}{s^2}} = 15\,\frac{m \cdot s^2}{m \cdot s} = \underline{\underline{15\,s}}$ 15 s nach dem Start hat das Polizeiauto die gleiche Geschwindigkeit wie der Raser.

A4	Ausführliche Lösung	
	b)	Der Raser legt in 15 s den Weg s_1 zurück. Das Polizeiauto legt in 15 s die Beschleunigungsstrecke s_2 zurück. Der Abstand beider Autos ist die Differenz aus s_1 und s_2. $v_1 = 30\frac{m}{s} \qquad a = 2\frac{m}{s^2} \qquad t = 15\,s$ $s_1 = v_1 \cdot t = 30\frac{m}{s} \cdot 15\,s = 30 \cdot 15\frac{m \cdot s}{s} = 450\,m$ $s_2 = \frac{a}{2} \cdot t^2 = 1\frac{m}{s^2} \cdot 225\,s^2 = 225\frac{m \cdot s^2}{s^2} = 225\,m$ Abstand: $s_1 - s_2 = 450\,m - 225\,m = \underline{\underline{225\,m}}$ Beide Autos sind nach 15 s noch 225 m voneinander entfernt.

A4	Ausführliche Lösung	
	c)	Wenn das Polizeiauto den Raser einholt, dann haben beide Autos die gleiche Strecke vom Startpunkt aus zurückgelegt. $v_1 = 30\frac{m}{s} \qquad a = 2\frac{m}{s^2}$ $s_1 = s_2 \Leftrightarrow v_1 \cdot t = \frac{a}{2} \cdot t^2 \Leftrightarrow \frac{a}{2} \cdot t^2 - v_1 \cdot t = 0$ (quadratische Gleichung) $\frac{a}{2} \cdot t^2 - v_1 \cdot t = 0 \Leftrightarrow t\left(\frac{a}{2} \cdot t - v_1\right) = 0 \Rightarrow t_1 = 0$ $\frac{a}{2} \cdot t - v_1 = 0 \Leftrightarrow t_2 = \frac{2v_1}{a} = \frac{60\frac{m}{s}}{2\frac{m}{s^2}} = 30\frac{m \cdot s^2}{m \cdot s} = \underline{\underline{30\,s}}$ Das Polizeiauto holt den Raser nach insgesamt 30 s ein. Bemerkung zu $t_1 = 0$ s. Wenn das Polizeiauto startet, beginnt die Zeitzählung. Zur Startzeit befinden sich beide Autos auf gleicher Höhe, jedoch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Erst 30 s später überholt das Polizeiauto den Raser.

A4	Ausführliche Lösung	
	d)	Beim Überholvorgang sind beide Autos gleich weit vom Startpunkt entfernt. $v_1 = 30\frac{m}{s} \qquad t = 30\,s \qquad a = 2\frac{m}{s^2}$ $s_1 = v_1 \cdot t = 30\frac{m}{s} \cdot 30\,s = \underline{\underline{900\,m}}$ $s_2 = \frac{a}{2} \cdot t^2 = 1\frac{m}{s^2} \cdot 900\,s^2 = \underline{\underline{900\,m}}$ (Kontrollrechnung) Beim Überholvorgang sind beide Autos 900 m vom Ausgangspunkt entfernt.

A4	Ausführliche Lösung
e)	Das Polizeiauto hat die Zeit bis zum Überholvorgang konstant beschleunigt. $t = 30\,s \qquad a = 2\frac{m}{s^2}$ $v_2 = a \cdot t = 2\frac{m}{s^2} \cdot 30\,s = 60\frac{m}{s} = 60 \cdot 3{,}6\frac{km}{h} = \underline{\underline{216\frac{km}{h}}}$ Beim Überholvorgang hat das Polizeiauto eine Geschwindigkeit von 216 km/h.

A5	Ausführliche Lösung
	gegeben: $v = 30\frac{km}{h} = \frac{30}{3{,}6}\frac{m}{s} \qquad g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$ gesucht: h (Sprunghöhe) $h = \frac{g}{2} \cdot t^2 \; (1)$ $v = g \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{v}{g} \Leftrightarrow t^2 = \frac{v^2}{g^2}$ eingesetzt in (1) $h = \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2} = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{\left(\frac{30}{3{,}6}\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9{,}81\frac{m}{s^2}} \approx 3{,}539\frac{\frac{m^2}{s^2}}{\frac{m}{s^2}} = 3{,}539\frac{m^2 \cdot s^2}{s^2 \cdot m} = \underline{\underline{3{,}539\,m}}$ Die Sprunghöhe beträgt etwa 3,539 m.

A6	Ausführliche Lösung
	Da es auf dem Mond keine Atmosphäre gibt, in welcher der feine Staub schweben kann, fällt er sofort nach abschalten des Triebwerks zu Boden.

A7	Ausführliche Lösung
	gegeben: $F = 120\,N \qquad s = 1200\,m$ gesucht: W (Arbeit) $W = F \cdot s = 120\,N \cdot 1200\,m = \underline{\underline{144\,000\,Nm}}$ Die verrichtete Arbeit beträgt 144 000 Nm.

A8	Ausführliche Lösung	
	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. gegeben: $m = 1000\,g \quad h = 25\,m \quad v_1 = 10\frac{m}{s} \quad g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$ gesucht: v_2 (Geschwindigkeit am Boden) $m \cdot g \cdot h + \frac{m}{2} \cdot v_1^2 = \frac{m}{2} \cdot v_2^2 \mid : m$ $\Leftrightarrow g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot v_2^2 \mid \cdot 2$ $\Leftrightarrow 2 \cdot g \cdot h + v_1^2 = v_2^2 \Leftrightarrow v_2^2 = 2 \cdot g \cdot h + v_1^2 \mid \sqrt{\ }$ $\Leftrightarrow v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h + v_1^2} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot 25\,m + 100\frac{m^2}{s^2}} \approx \sqrt{590{,}5\frac{m^2}{s^2}} \approx \underline{\underline{24{,}3\frac{m}{s}}}$ Der Stein erreicht den Boden mit einer Geschwindigkeit von etwa 24,3 m/s.
	b)	Wird der Stein senkrecht nach oben geworfen, so hat das keinen Einfluss auf seine Geschwindigkeit beim auftreffen auf den Boden. Lediglich seine Fallzeit wird etwas größer.
	c)	Die Halbierung der Masse hat keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit. Bei den Berechnungen kürzt sich die Masse heraus.