

S. 54/1.a)	<p>geg.: $F = 2,0 \text{ kN} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ ges.: a v_{vor} Δs $m = 1,25 \text{ t} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ kg}$ $a = 2,0 \text{ kN} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ $v_{\text{vor}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\Delta t = 2,5 \text{ s}$</p> <p>Lös.: • $F = ma \Rightarrow a = F/m$ $a = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1,25 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{s}^2} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>• $\Delta v = a \cdot \Delta t$ mit $\Delta v = v_{\text{nach}} - v_{\text{vor}} = v_{\text{nach}} \Rightarrow v_{\text{nach}} = a \cdot \Delta t$ $v_{\text{nach}} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,5 \text{ s} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>• $\Delta s = 0,5 \cdot a \cdot (\Delta t)^2$ $\Delta s = 0,5 \cdot 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2,5 \text{ s})^2 = 5,0 \text{ m}$</p>
S. 54/1.b)	<p>geg.: $F = 2,0 \text{ kN} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ ges.: a v_{nach} Δs $m = 250 \text{ kg}$ $v_{\text{vor}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\Delta t = 2,5 \text{ s}$</p> <p>Lös.: • $F = ma \Rightarrow a = F/m$ $a = \frac{2,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}}{250 \text{ kg} \cdot \text{s}^2} = 8,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>• $\Delta v = a \cdot \Delta t$ mit $\Delta v = v_{\text{nach}} - v_{\text{vor}} = v_{\text{nach}} \Rightarrow v_{\text{nach}} = a \cdot \Delta t$ $v_{\text{nach}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,5 \text{ s} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>• $\Delta s = 0,5 \cdot a \cdot (\Delta t)^2$ $\Delta s = 0,5 \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2,5 \text{ s})^2 = 25 \text{ m}$</p>

S. 54/1.c)	<p>geg.: $F = 2,0 \text{ kN} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ ges.: m v_{nach} Δs</p> <p>$a = 8,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>$v_{\text{vor}} = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 50/3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\Delta t = 2,5 \text{ s}$</p> <p>Lös.: • $F = ma \Rightarrow m = F/a$</p> $m = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{ms}^2}{8 \text{ m} \cdot \text{s}^2} = 250 \text{ kg}$ <p>• $\Delta v = a \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta v = 8,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,5 \text{ s} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>mit $v_{\text{nach}} = v_{\text{vor}} + \Delta v \Rightarrow v_{\text{nach}} = \frac{50}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{110}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 132 \frac{\text{km}}{\text{h}}$</p> <p>• $\Delta s = 0,5 \cdot a \cdot (\Delta t)^2$</p> $\Delta s = 0,5 \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2,5 \text{ s})^2 = 25 \text{ m}$
S. 54/1.d)	<p>geg.: $m = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$ ges.: F a Δt</p> <p>$v_{\text{vor}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$v_{\text{nach}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>damit: $\Delta v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\Delta s = 5,0 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$</p> <p>Lös.: • z.B. F über Energieansatz: $W_{\text{Beschleunigung}} = E_{\text{kin}}$</p> $F \cdot s = 0,5 \text{ m} (\Delta v)^2$ $F = \frac{m(\Delta v)^2}{2s}$ $F = \frac{0,02 \text{ kg} \cdot 50^2 \text{ m}^2}{2 \cdot 0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^2} = 500 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 500 \text{ N} = 0,50 \text{ kN}$ <p>• $F = ma \Rightarrow a = F/m$</p> $a = \frac{500 \text{ kg} \cdot \text{m}}{0,02 \text{ kg} \cdot \text{s}^2} = 25000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 25 \frac{\text{km}}{\text{s}^2}$ <p>• $\Delta v = a \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \Delta v / a$</p> $\Delta t = \frac{50 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{25000 \text{ m} \cdot \text{s}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ $\Delta s = 0,5 \cdot 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2,5 \text{ s})^2 = 5,0 \text{ m}$

S. 54/1.e)	<p>geg.: $m = 30\text{mg} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ ges.: $F \quad a \quad \Delta s$</p> <p>$v_{\text{vor}} = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$v_{\text{nach}} = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>damit: $\Delta v = 45 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\Delta t = 70 \text{ ms} = 70 \cdot 10^{-3} \text{ s}$</p> <p>Lös.: • $\Delta v = a \cdot \Delta t \Rightarrow a = \Delta v / \Delta t$</p> <p>$a = \frac{45\text{m}}{70 \cdot 10^{-3} \text{ s} \cdot \text{s}} = \frac{4500 \text{ m}}{7 \text{ s}^2} = 0,64 \frac{\text{km}}{\text{s}^2}$</p> <p>• $\Delta s = 0,5 a \cdot (\Delta t)^2$</p> <p>$\Delta s = 1,6 \text{ m}$</p> <p>• $F = ma$</p> <p>$F = 30 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 0,64 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,019 \text{ N}$</p>
S. 54/1.f)	<p>geg.: $F = 30 \text{ N}$ ges.: $m \quad a \quad v_{\text{nach}}$</p> <p>$v_{\text{vor}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\Delta t = 0,8 \text{ s}$</p> <p>$\Delta s = 50\text{cm} = 0,5 \text{ m}$</p> <p>Lös.: • $\Delta s = 0,5 a \cdot (\Delta t)^2 \Rightarrow a = 2\Delta s / (\Delta t)^2$</p> <p>$a = \frac{2 \cdot 0,5\text{m}}{0,8^2 \text{ s}^2} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>• $F = ma \Rightarrow m = F/a$</p> <p>$m = \frac{30 \text{ N s}^2}{1,6 \text{ m}} = 19,2 \frac{\text{kg m s}^2}{\text{s}^2 \text{ m}} = 19 \text{ kg}$</p> <p>• $\Delta v = a \cdot \Delta t$</p> <p>$\Delta v = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,8 \text{ s} = 1,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$v_{\text{nach}} = \Delta v = 1,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>

S. 54/2.a)	<p>geg.: $m = 80\text{g} = 0,08\text{kg}$ ges.: $E_{\text{kin}} \quad \Delta t \quad v$</p> <p>$a = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>$\Delta s = 0,80 \text{ m}$</p> <p>Lös.: Kinetische Energie erhält der Ball durch die an ihm verrichtete Beschleunigungsarbeit $W = Fs$</p> <p>$E_{\text{kin}} = W = Fs = mas$</p> <p>$E_{\text{kin}} = 0,08 \text{ kg} \cdot 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,80\text{m} = 0,16\text{Nm} = 0,16 \text{ J}$</p>
S. 54/2.b)	<p>Lös.: • $\Delta s = 0,5a \cdot (\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2\Delta s}{a}}$</p> <p>$\Delta t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8\text{m} \cdot \text{s}^2}{2,5\text{m}}} = 0,8\text{s}$</p> <p>• $E_{\text{kin}} = 0,5mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kin}}}{m}}$</p> <p>$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,16\text{J}}{0,08\text{kg}}} = \sqrt{4 \frac{\text{Nm}}{\text{kg}}} = \sqrt{4 \frac{\text{kgm} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>$\Delta s = 0,5 \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2,5\text{s})^2 = 25 \text{ m}$</p>
S. 54/3.a)	<p>geg.: $F = 10 \text{ kN} = 10 \cdot 10^3 \text{ N}$ ges.: s_{ges}</p> <p>$m = 1,6 \text{ t} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ kg}$</p> <p>$\Delta t = 3,0 \text{ s}$</p> <p>Lös.: Die Bewegung setzt sich aus einer beschleunigten Bewegung in Phase 1 und einer gleichförmigen (mit konst. Geschwindigkeit) Bewegung zusammen. Deshalb müssen die Strecken s_1 und s_2 für jede der Phasen getrennt berechnet und dann addiert werden.</p> <p>• Beschleunigung:</p> <p>$F = m \cdot a \Rightarrow a = F/m$</p> <p>$a = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ kgm}}{1,6 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{s}^2} = 6,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>• Phase 1:</p> <p>▶ Zurückgelegter Weg in Phase 1: $s_1 = 0,5a(\Delta t)^2$</p> <p>$s_1 = 0,5 \cdot 6,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3,0\text{s})^2 = 28,125 \text{ m}$</p> <p>▶ Endgeschwindigkeit nach Phase 1: $v = \Delta v = a\Delta t$</p>

	$v = 6,25 \frac{m}{s^2} \cdot 3,0s = 18,75 \frac{m}{s}$ <ul style="list-style-type: none"> • Phase 2: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zurückgelegter Weg in Phase 2: $v = \Delta s / \Delta t \Rightarrow s_2 = \Delta s = v \cdot \Delta t$ <u>Beachte:</u> 1. Diese Formel gilt nur bei einer Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit 2. Die Zeitspanne Δt bezieht sich auf die verbleibende Zeit nach dem Beschleunigungsvorgang, sie beträgt also 7s. $s_2 = 18,75 \frac{m}{s} \cdot 7,0s = 131,25 \text{ m}$ <ul style="list-style-type: none"> • Gesamt: $s_{\text{ges}} = s_1 + s_2 = 28,125\text{m} + 131,25 \text{ m} = 159,375 \text{ m} = 0,16 \text{ km}$ • Zusatzfrage: Der Rennwagen muss angetrieben werden, da die Antriebskraft und Reibungskraft einander das Gleichgewicht halten müssen.
S. 54/3.b)	<p>geg.: $F = 3 \text{ kN} = 3 \cdot 10^3 \text{ N}$ ges.: s_{ges} $m = 320 \text{ kg}$ $\Delta t = 3,0 \text{ s}$</p> <p>Lös.: • Beschleunigung: $F = m \cdot a \Rightarrow a = F/m$ $a = \frac{3 \cdot 10^3 \text{ N}}{320 \text{ kg}} = 9,375 \frac{m}{s^2}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phase 1: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zurückgelegter Weg in Phase 1: $s_1 = 0,5a(\Delta t)^2$ $s_1 = 0,5 \cdot 9,375 \frac{m}{s^2} \cdot (3,0s)^2 = 42,1875 \text{ m}$ ▶ Endgeschwindigkeit nach Phase 1: $v = \Delta v = a \Delta t$ $v = 9,375 \frac{m}{s^2} \cdot 3,0s = 28,125 \frac{m}{s}$ • Phase 2: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zurückgelegter Weg in Phase 2: $v = \Delta s / \Delta t \Rightarrow s_2 = \Delta s = v \cdot \Delta t$ $s_2 = 28,125 \frac{m}{s} \cdot 7,0s = 196,875 \text{ m}$ • Gesamt: $s_{\text{ges}} = s_1 + s_2 = 196,875 \text{ m} + 42,1875 \text{ m} = 239,0625 \text{ m} = 0,24 \text{ km}$ • Vergleich: Das Motorrad erfährt durch die zwar kleinere Kraft eine größere Beschleunigung als der Rennwagen, da seine Masse wesentlich kleiner ist als die des Wagens. Somit ist der zurückgelegte Weg des Motorrads um 50% größer als der des Rennwagens.

S. 54/4.	Der Ball wird in seiner Bewegung nach oben abgebremst, erreicht einen höchsten Punkt und fällt dann beschleunigt wieder hinunter.
S. 54/4.a)	Erfahrungswerte; wenige Anfangsbedingungen, Wechselwirkung zwischen nur 2 Körpern (Erde und Ball) relativ einfach
S. 54/4.b)	<u>Anfangsbedingungen:</u> Abwurfgeschwindigkeit, Abwurfhöhe (Masse hier unnötig!) <u>Wechselwirkungen:</u> Kraft zwischen Ball und Erde (führt zur Erdbeschleunigung g)
S. 54/4.c)	s.o. (S.54/4) <u>Andere Möglichkeit:</u> Ball wird etwas zu schräg nach oben geworfen. Dann bewegt er sich auf einer Parabelbahn nach vorne (bzw. hinten). Dies ist für den Schlag nicht immer von Vorteil (Ball könnte hinter dem Körper oder zu weit vorne auf Schlägerhöhe sein)
S. 54/4.d)	<ul style="list-style-type: none"> Maximale Höhe Die maximale Höhe ist erreicht, wenn der Ball seine anfängliche kinetische Energie vollständig in Höhenenergie umgewandelt hat (Hier: Bezugsniveau: 1,9m!) Also: $E_H = E_{kin}$ $mgh = 0,5mv^2$ $h = 0,5 mv^2/g$ $h = \frac{0,5 \cdot 6^2 m^2 \cdot s^2}{9,81 m \cdot s^2} = 1,8m$ Insgesamt erreicht er also eine Höhe von 3,7m. Dauer $\Delta s = 0,5 a (\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2\Delta s}{a}}$ $\Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,8m \cdot s^2}{9,81m}} = 0,61s$ Schlaghöhe Bis die geschätzte Dauer von 1 s verstrichen ist, fehlen noch $1s - 0,61s = 0,39s$. In dieser Zeit fällt der Ball beschleunigt die Strecke Δs: $\Delta s = 0,5 a (\Delta t)^2$ $\Delta s = 0,5 \cdot 9,81 (0,39s)^2 = 0,74m$ Gesamthöhe: $h = 3,7 m - 0,74 m = 2,95 m$ Sie muss den Ball auf einer Höhe von 2,95 m schlagen.