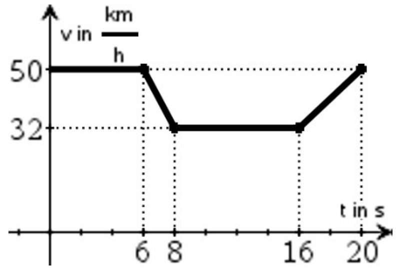
1. $s=\frac{v_0+v_1}{2}\cdot t$, $400\,m=\frac{2\,m/s+8\,m/s}{2}\cdot t$, $\underline{\underline{t=80\,s}}$, $a=\frac{v_1-v_0}{t}=\frac{8\,m/s-2\,m/s}{80\,s}=\underline{\underline{0{,}075\frac{m}{s^2}}}$

2.1. $v_0=50\frac{km}{h}=13{,}\bar{8}\frac{m}{s}$, $v_1=32\frac{km}{h}=8{,}\bar{8}\frac{m}{s}$, $t_2=\frac{v_1-v_0}{a}=\frac{8{,}\bar{8}\,m/s-13{,}\bar{8}\,m/s}{-2{,}50\,m/s^2}=\underline{\underline{2{,}00\,s}}$

$a=\frac{13{,}\bar{8}\frac{m}{s}-8{,}\bar{8}\frac{m}{s}}{4{,}00\,s}=\underline{\underline{1{,}25\frac{m}{s^2}}}$ { Die Zeit beim Beschleunigen ist doppelt so groß wie beim Bremsen, sodass die Beschleunigung halb so groß ist wie die Verzögerung. }

2.2.



2.3.

$s_1=13{,}\bar{8}\frac{m}{s}\cdot 6\,s\approx\underline{\underline{83{,}3\,m}}$, $s_2=\frac{13{,}\bar{8}\frac{m}{s}+8{,}\bar{8}\frac{m}{s}}{2}\cdot 2\,s\approx\underline{\underline{22{,}8\,m}}$

$s_3=8{,}\bar{8}\frac{m}{s}\cdot 8\,s\approx\underline{\underline{71{,}1\,m}}$, $s_4=\frac{8{,}\bar{8}\frac{m}{s}+13{,}\bar{8}\frac{m}{s}}{2}\cdot 4\,s\approx\underline{\underline{45{,}6\,m}}$

$\bar{v}=\frac{s_{ges}}{t_{ges}}=\frac{222{,}8\,m}{20\,s}=\underline{\underline{11{,}14\frac{m}{s}}}$ oder $\approx\underline{\underline{40{,}1\frac{km}{h}}}$

---

3. Im 1. Abschnitt beschleunigt der Körper (der Graph wird steiler), im 2. Abschnitt bewegt er sich gleichförmig (geradliniger Graph), im 3. Abschnitt bremst der Körper (der Graph wird flacher).

Geschwindigkeit in der Mitte = Anstieg der Linie: $v=\frac{\Delta s}{\Delta t}=\frac{(52-16)m}{(5-2)s}=\frac{36\,m}{3\,s}=\underline{\underline{12\frac{m}{s}}}$

Im 1. Abschnitt beschleunigt der Körper in $2\,s$ auf einer Strecke von $16\,m$ von v_0 auf diese $12\frac{m}{s}$:

$s=\frac{v_0+v_1}{2}\cdot t$, $16\,m=\frac{v_0+12\,m/s}{2}\cdot 2\,s$, Geschwindigkeit am Anfang: $v_0=\underline{\underline{4\frac{m}{s}}}$

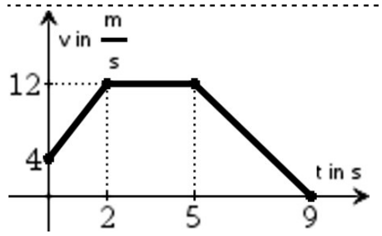
{ Probe: Die mittlere Geschwindigkeit im 1. Abschnitt beträgt $v_m=\frac{16\,m}{2\,s}=8\frac{m}{s}=\frac{4+12}{2}\frac{m}{s}$. }

Im 3. Abschnitt bremst der Körper in $t=9\,s-5\,s=4\,s$ auf einer Strecke von $s=76\,m-52\,m=24\,m$

von den $12\frac{m}{s}$ auf v_1: $24\,m=\frac{12\,m/s+v_1}{2}\cdot 4\,s$, Geschwindigkeit am Ende: $v_1=\underline{\underline{0}}$

{ Probe: Die mittlere Geschwindigkeit im 3. Abschnitt beträgt $v_m=\frac{24\,m}{4\,s}=6\frac{m}{s}=\frac{12+0}{2}\frac{m}{s}$.

Der Körper steht also am Ende still, der Graph im Diagramm endet waagerecht. }

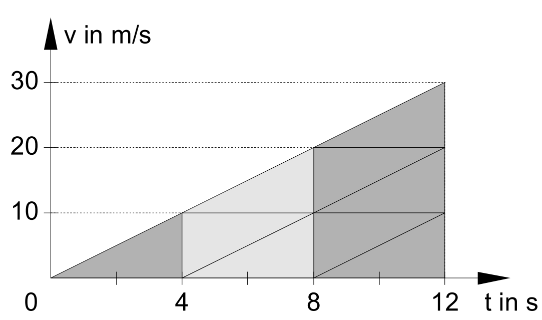


Beschleunigungen:

$a_1=\frac{12\frac{m}{s}-4\frac{m}{s}}{2s}=\underline{\underline{4\frac{m}{s^2}}}$, $a_2=\underline{\underline{0}}$, $a_3=\frac{0-12\frac{m}{s}}{4s}=\underline{\underline{-3\frac{m}{s^2}}}$

{ Oder $16\,m=\frac{a_1}{2}\cdot(2\,s)^2+4\frac{m}{s}\cdot 2\,s$, $24\,m=\frac{a_3}{2}\cdot(4\,s)^2+12\frac{m}{s}\cdot 4\,s$ }

4.1. $a=\frac{108\frac{km}{h}-0}{3\cdot 4\,s}=\frac{30\frac{m}{s}}{12\,s}=\underline{\underline{2{,}5\frac{m}{s^2}}}$



4.2. D.h. alle 4s steigt die Geschwindigkeit um $\Delta v=10\frac{m}{s}$.

$s_1=\frac{0\frac{m}{s}+10\frac{m}{s}}{2}\cdot 4\,s=\underline{20\,m}$, $s_2=\frac{10\frac{m}{s}+20\frac{m}{s}}{2}\cdot 4\,s=\underline{60\,m}$

$s_3=\frac{20\frac{m}{s}+30\frac{m}{s}}{2}\cdot 4\,s=\underline{100\,m}$, $\underline{\underline{s_1:s_2:s_3=1:3:5}}$

5.1. Weil t nicht bekannt ist, hilft $s=\frac{v_1^2-v_0^2}{2\cdot a}$, $45\,m=\frac{0^2-v_0^2}{2\cdot\left(-6\,m/s^2\right)}$, $v_0\approx 23{,}24\frac{m}{s}\approx\underline{\underline{83{,}7\frac{km}{h}}}$

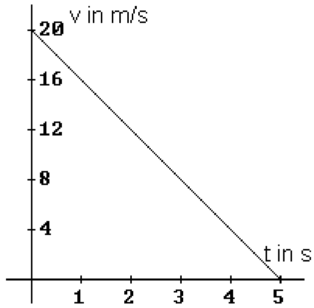
5.2. Ebenso $45\,m=\frac{v_1^2-\left(\frac{100}{3{,}6}\frac{m}{s}\right)^2}{2\cdot\left(-6\,m/s^2\right)}$, $v_1\approx 15{,}22\frac{m}{s}\approx\underline{\underline{54{,}8\frac{km}{h}}}$

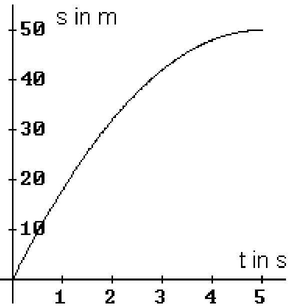
6.1.
$$s_B = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{0 - \left(\frac{50}{3{,}6}\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot (-7\,m/s^2)} \approx \underline{\underline{13{,}8\,m}}$$

6.2. Hinzu käme der Reaktionsweg:
$$s_R = v_0 \cdot t_R = \frac{50}{3{,}6}\frac{m}{s} \cdot 0{,}9\,s = \underline{\underline{12{,}5\,m}}$$

7.
$$v(t) = a \cdot t + v_0 = -4\frac{m}{s^2} \cdot t + 20\frac{m}{s}$$
$$s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t = -2\frac{m}{s^2} \cdot t^2 + 20\frac{m}{s} \cdot t$$

t in s	0	1	2	3	4	5
v in m/s	20	16	12	8	4	0
s in m	0	18	32	42	48	50





Im v-t-Diagramm verläuft der Graph geradlinig, im s-t-Diagramm verläuft der Graph parabelförmig.

ZA) Für $t > 5\,s$ würde man negative Geschwindigkeiten v erhalten, weil der Körper dann rückwärts beschleunigen würde (wie an einem Gummiband oder ein noch oben geworfener Ball, der nach oben langsamer und nach unten schneller wird). Die Entfernung s vom Startpunkt würde dann wieder abnehmen.

8. z.B. Fallzeit t mit $v_1 = a \cdot t + v_0$, $(120:3{,}6)\frac{m}{s} = 9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot t + 0$, $t \approx 3{,}398\,s$

und Fallstrecke $s = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t = \frac{0 + (120:3{,}6)\frac{m}{s}}{2} \cdot 3{,}398\,s \approx \underline{\underline{56{,}63\,m}}$

oder $s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t = \frac{9{,}81\,m/s^2}{2} \cdot (3{,}398\,s)^2 + 0 \approx \underline{\underline{56{,}63\,m}}$

oder kürzer $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{((120:3{,}6)\,m/s)^2 - 0}{2 \cdot 9{,}81\,m/s^2} \approx \underline{\underline{56{,}63\,m}}$

Die halbe Fallhöhe = halbe Fallstrecke von 28,32 m erreicht der Körper nach

$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t$, $28{,}32\,m = \frac{9{,}81\,m/s^2}{2} \cdot t^2 + 0$, $\underline{\underline{t \approx 2{,}403\,s}}$.

Die zugehörige Geschwindigkeit beträgt $9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot 2{,}403\,s \approx \underline{\underline{23{,}57\frac{m}{s}}}$ bzw. $\approx \underline{\underline{84{,}9\frac{km}{h}}}$.

{ oder $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 \cdot a}$, $28{,}32\,m = \frac{v_1^2 - 0}{2 \cdot 9{,}81\,m/s^2}$, $v_1 \approx 23{,}57\frac{m}{s}$ }

{ Die halbe Fallhöhe erreicht der Körper also weder nach der Hälfte der Fallzeit, noch mit der halben Geschwindigkeit, weil $s \sim t^2$ und $s \sim v^2$. }

9. Der Ball steigt solange, bis er kurz stillsteht, d.h. $v_1 = 0$.

Steighöhe $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{0 - (17{,}5\,m/s)^2}{2 \cdot (-9{,}81\,m/s^2)} \approx \underline{\underline{15{,}61\,m}}$, Steigzeit $t = \frac{v_1 - v_0}{a} = \frac{0 - 17{,}5\,m/s}{-9{,}81\,m/s^2} \approx 1{,}784\,s$

{ oder $s = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t$, $15{,}61\,m = \frac{17{,}5\,m/s + 0}{2} \cdot t$, $t = 1{,}784\,s$ }

{ $15{,}61\,m = \frac{-9{,}81\,m/s^2}{2} \cdot t^2 + 17{,}5\frac{m}{s} \cdot t$ funktioniert jedoch nicht, weil der Ball nur 15,60907 m steigt! }

Nach der halben Steigzeit befindet sich der Ball in

$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t = \frac{-9{,}81\,m/s^2}{2} \cdot (0{,}892\,s)^2 + 17{,}5\frac{m}{s} \cdot 0{,}892\,s \approx \underline{\underline{11{,}71\,m}}$ Höhe.

{ Probe: Weil die Geschwindigkeit gleichmäßig abnimmt, ist der Ball nach der halben Zeit auch nur noch halb so schnell: $v_1 = a \cdot t + v_0 = -9{,}81\frac{m}{s^2} \cdot 0{,}892\,s + 17{,}5\frac{m}{s} = 8{,}75\frac{m}{s}$. Somit steigt er

in der 1. Hälfte der Zeit die Strecke $s_1 = \frac{17{,}5\frac{m}{s} + 8{,}75\frac{m}{s}}{2} \cdot 0{,}892\,m \approx 11{,}71\,m$ (3/4 der Steighöhe)

und in der 2. Hälfte der Zeit die Strecke $s_2 = \frac{8{,}75\frac{m}{s} + 0}{2} \cdot 0{,}892\,m \approx 3{,}90\,m$ (1/4 der Steighöhe). }

