

Lösungen:**1.**

geg.:	$t = 12 \text{ s}$ $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	ges.:	s
Lösung:	Die Geschwindigkeit muss in ms^{-1} umgewandelt werden. Die Umrechnungszahl ist 3,6 denn: $1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1000 \frac{\text{m}}{\text{h}} = \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} / 3,6$ $v = 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt: $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ t ist bekannt, a noch nicht. Weiterhin gilt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ Da die Anfangswerte v_1 und t_1 gleich Null sind, kann man schreiben: $a = \frac{v}{t}$ Das wird eingesetzt: $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ $s = \frac{v}{2 \cdot t} \cdot t^2$ $s = \frac{v \cdot t}{2}$ $s = \frac{27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 12 \text{ s}}{2}$ $s = 167 \text{ m}$		
Antwort:	Das Auto legt in den 12 Sekunden 167 m zurück.		

2.

geg.:

$$v_{\text{norm}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{\text{bau}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 180 \text{ s}$$

$$a_{\text{br}} = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_{\text{be}} = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ges.:

s_b

Lösung:

Der Baustellenbereich teilt sich in drei Strecken auf:

1. Der Weg zum Abbremsen s_1

2. Die Baustelle s_b

3. Der Weg zum Beschleunigen s_3

Wie groß ist der Weg zum Abbremsen und wie lange braucht der Zug dafür?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a}$$

$$t_{\text{br}} = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t_{\text{br}} = 75 \text{ s}$$

$$s = v_{\text{norm}} \cdot t_{\text{br}} - \frac{a_{\text{br}}}{2} \cdot t_{\text{br}}^2$$

$$s = 1500 \text{ m} - 562,5 \text{ m}$$

$$s = 937,5 \text{ m}$$

Der Zug muss also 937,5 m vor der Baustelle mit dem Bremsen beginnen.

Wie weit hinter der Baustelle hat er seine ursprüngliche Geschwindigkeit wieder erreicht?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a}$$

$$t_{\text{be}} = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t_{\text{be}} = 150 \text{ s}$$

$$s = v_{\text{bau}} \cdot t_{\text{be}} + \frac{a_{\text{be}}}{2} \cdot t_{\text{be}}^2$$

$$s = 750 \text{ m} + 1125 \text{ m}$$

$$s = 1875 \text{ m}$$

Insgesamt benötigt er also für den Brems- und Beschleunigungsvorgang 225 s und legt dabei 2812,5 m zurück.

Wie lange hätte er für diese Strecken gebraucht, wenn er nicht gebremst hätte?

$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{2812,5 \text{ m}}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t = 140,6 \text{ s}$$

Er hätte für diese Strecke 140,6 s benötigt.

Da er aber für diese Strecke 225 s benötigt hat, hat der durch das Bremsen und Beschleunigen 84,4 s verloren. Das Durchfahren der Baustelle kostet also von den 3 min Verspätung die restlichen 95,6 s.

Hätte der Zug die Baustelle ohne Abbremsen durchfahren können, wäre dabei die Zeit t_{norm} verstrichen. Durch das Abbremsen dauerte es aber t_{bau} . Und es gilt:

$$t_{\text{bau}} - t_{\text{norm}} = 95,6 \text{ s}$$

Weiterhin kann man schreiben:

$$s_b = v_{\text{norm}} \cdot t_{\text{norm}} = v_{\text{bau}} \cdot t_{\text{bau}}$$

Damit kann man zur Bestimmung einer der beiden unbekannten Zeiten Umstellen und Einsetzen:

$$t_{\text{norm}} = \frac{v_{\text{bau}} \cdot t_{\text{bau}}}{v_{\text{norm}}}$$

$$t_{\text{norm}} = \frac{v_{\text{bau}} \cdot 95,6 \text{ s} + t_{\text{norm}}}{v_{\text{norm}}}$$

$$t_{\text{norm}} = \frac{5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 95,6 \text{ s} + t_{\text{norm}}}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t_{\text{norm}} = \frac{1}{4} \cdot 95,6 \text{ s} + t_{\text{norm}}$$

$$4 \cdot t_{\text{norm}} = 95,6 \text{ s} + t_{\text{norm}}$$

$$3 \cdot t_{\text{norm}} = 95,6 \text{ s}$$

$$t_{\text{norm}} = 31,9 \text{ s}$$

Damit kann nun endlich die Länge der Baustelle ausgerechnet werden:

$$s_b = v_{\text{norm}} \cdot t_{\text{norm}}$$

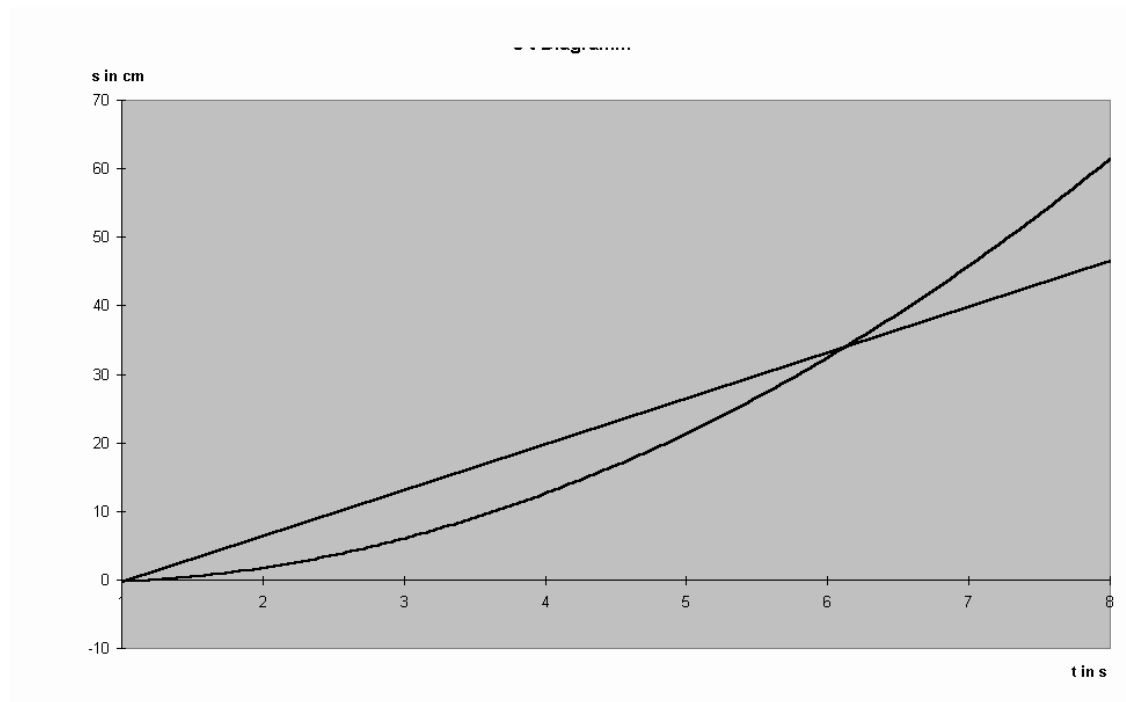
$$s_b = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 31,9 \text{ s}$$

$$s_b = 637,5 \text{ m}$$

Antwort: Die Baustelle ist 637,5 m lang.

3.

a)



b) Die erste Bewegung ist eine gleichförmige Bewegung.

t in s	0	1	2	3	4	5	6	7
s ₁ in cm	0	6	12,5	21	25	34	39	47
s/t	0	6	6,25	7	6,25	6,8	6,5	6,7

Begründung: Der Proportionalitätsfaktor s/t ist erkennbar.

Die zweite Bewegung sieht nach einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung aus.

t in s	0	1	2	3	4	5	6	7
s ₂ in cm	0	3	7,5	14	20	30	44	64
s/t ²	0	3	1,88	1,55	1,25	1,2	1,2	1,3

Es ist kein Proportionalitätsfaktor s/t^2 erkennbar. Es ist keine gleichmäßig beschleunigte Bewegung.

c) Die gleichen Geschwindigkeit sind etwa nach 3,5 s erreicht. Begründung: Beide Kurven haben da etwa den gleichen Anstieg.

d) Der Überholvorgang findet nach 34 cm statt.

4.

geg.:

$$v_1 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v_2 = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$s = 32 \text{ m}$$

$$t_r = 1 \text{ s}$$

ges.:

$$v_x$$

Lösung:

Der Gesamtweg setzt sich aus zwei Wegen zusammen: dem Weg, der in der Schrecksekunde zurückgelegt (gleichförmige Bewegung) wird und dem eigentlichen Bremsweg (beschleunigte Bewegung).

$$s = s_g + s_b$$

Auto 1

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s_{g1} = v_1 \cdot t$$

$$s_{g1} = 13,9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s}$$

$$s_{g1} = 13,9 \text{ m}$$

Auto2

$$s_{g2} = 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s}$$

$$s_{g2} = 19,4 \text{ m}$$

Da in beiden Fällen das gleiche Auto betrachtet wird, ist die Bremsbeschleunigung auch gleich. Sie wird aus den Angaben der ersten Bremsung berechnet:

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Die Zeit ergibt sich aus dem Weg-Zeit-Gesetz:

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

$$t^2 = \frac{2s}{a}$$

Das wir in die erste Gleichung eingesetzt und a berechnet. Der Weg ist der Gesamtweg von 32 m minus dem Weg der Schrecksekunde 18,1 m.

$$a^2 = \frac{\Delta v^2 \cdot a}{2 \cdot s}$$

$$a = \frac{\Delta v^2}{2 \cdot s}$$

$$a = \frac{13,9^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{36,2 \text{ m}}$$

$$a = 5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die Geschwindigkeit für die 2. Bremsung erhält man, wenn die Zeit bekannt ist, die bis zum

Erreichen des Hindernisses verstrichen ist.

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

s ist der noch vorhandene Weg bis zum Hindernis (12,6 m), v die Anfangsgeschwindigkeit (19,4 m/s) und a die Bremsbeschleunigung (-5,3 m/s²). Die Gleichung ist eine quadratische Gleichung und muss dem entsprechend behandelt werden:

$$0 = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t - s$$

$$0 = t^2 + \frac{2 \cdot v_0}{a} \cdot t - \frac{2 \cdot s}{a}$$

$$t_{1/2} = - \frac{v_0}{a} \pm \sqrt{\left(\frac{v_0}{a}\right)^2 + \frac{2 \cdot s}{a}}$$

$$t_{1/2} = - \frac{19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{-5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \pm \sqrt{\left(\frac{19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{-5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}\right)^2 + \frac{2 \cdot 12,6 \text{m}}{-5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$t_{1/2} = 3,66 \text{ s} \pm \sqrt{13,4 \text{ s}^2 - 4,75 \text{ s}^2}$$

$$t_{1/2} = 3,66 \text{ s} \pm 2,94 \text{ s}$$

$$t_1 = 0,72 \text{ s}$$

$$t_2 = 6,6 \text{ s}$$

Die zweite Zeit kommt nicht in Frage. Das Auto ist also nach 0,72 s am Hindernis. Welche Geschwindigkeit hat es da?

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v = 19,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,72 \text{ s}$$

$$v = 15,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 56 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Das Auto hat am Hindernis eine Geschwindigkeit von 56 km/h!

5.

geg.:

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = 65 \text{m}$$

$$t_r = 0,8 \text{s}$$

$$a = - 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ges.:

$$s_b$$

Lösung:

Der Bremsweg setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

1. Der Weg, der während der Reaktionszeit gleichförmig zurückgelegt wird,
2. Der Weg, der während des Bremsvorganges bis zum Stillstand zurückgelegt wird.

$$s_b = s_1 + s_2$$

Reaktionsweg:

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s_1 = v \cdot t_r$$

$$s_1 = 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,8 \text{s}$$

$$s_1 = 17,8 \text{m}$$

Weg während des Bremsens:

$$s_2 = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Die dazu benötigte Zeit ergibt sich aus

$$a = \frac{v}{t}$$

$$t = \frac{v}{a}$$

Damit wird:

$$s_2 = \frac{a}{2} \cdot \frac{v^2}{a^2}$$

$$s_2 = \frac{v^2}{2 \cdot a}$$

$$s_2 = \frac{22,2^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$s_2 = 41,1 \text{m}$$

Der Gesamtweg ist dann

$$s_b = s_1 + s_2$$

$$s_b = 17,8 \text{m} + 41,1 \text{m}$$

$$s_b = 58,9 \text{m}$$

und kürzer als der zur Verfügung stehende Weg. Das Auto kommt also rechtzeitig zum Stillstand.

Antwort: Das Auto kommt etwa 6 m vor dem Hindernis zum Stehen.