

1.2. Prüfungsaufgaben zur Kinematik - Geradlinige Bewegungen

Aufgabe 0 Geschwindigkeiten (4)

Papis neuer Elektro-SUV wiegt 2 Tonnen, aber der Strom kommt aus der Steckdose und man lebt nur einmal.

- In wie vielen Minuten ist Ben bei 120 km/h die 10 km nach Schömberg zur Sportsbar gefahren?
- Beim Zocken hat Ben ganz vergessen, dass sein Kumpel Shawn im 20 km entfernten Pforzheim die neue Wetflix-Staffel von „Kill me gently“ mit ihm sehen wollte. Ben muss in 24 Minuten da sein, sonst regt sich Shawn auf und seine weißen Sneaker werden schmutzig. Leider ist Papis Batterie leer und der kWh-Wucherpreis der örtlichen Ladestation passt nicht mehr ins Budget. Wie schnell muss Ben nun bergab rollen?

Lösungen:

a) Er hat $\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{10 \text{ km}}{120 \text{ km/h}} = \frac{10 \text{ km}}{2 \text{ km/min}} = 5 \text{ min}$ benötigt (2)

b) Seine Geschwindigkeit muss $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{20 \text{ km}}{24 \text{ min}} = \frac{5 \text{ km}}{6 \text{ min}} = \frac{50 \text{ km}}{60 \text{ min}} = 50 \text{ km/h}$ betragen. (2)

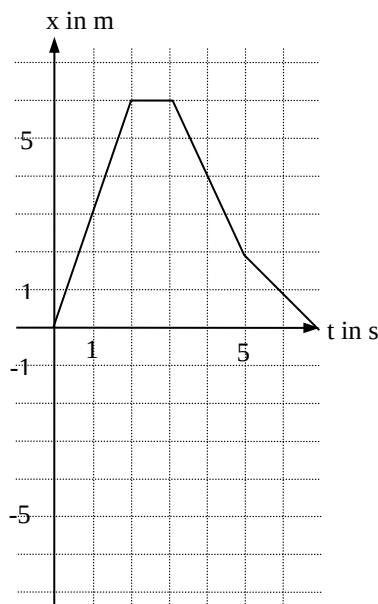
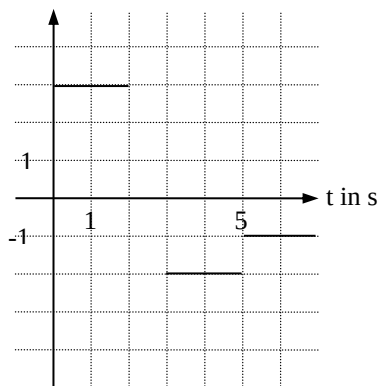
Aufgabe 1: geradlinig gleichförmige Bewegung

Zeichne jeweils das x-t-Diagramm und das v-t-Diagramm für die folgenden Bewegungen:

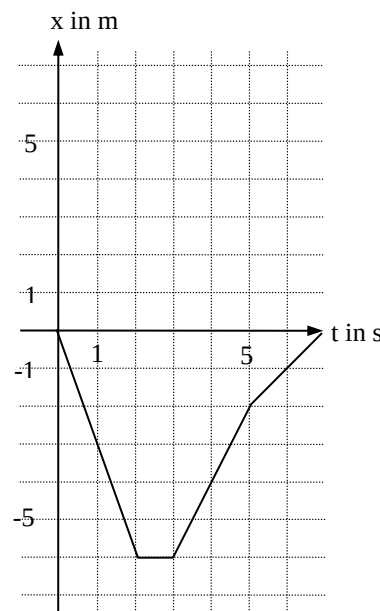
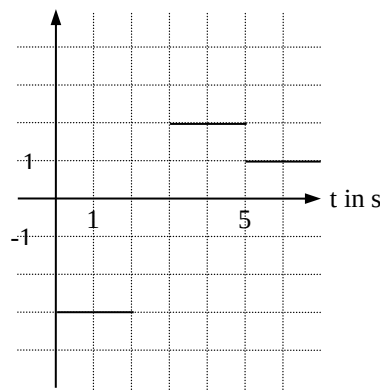
- Anke bewegt sich vom Ursprung aus mit konstanter Geschwindigkeit in 2 Sekunden 6 m weit in positive x-Richtung und wartet eine Sekunde. Anschließend bewegt sie sich 2 Sekunden lang mit 2 m/s rückwärts und schließlich in weiteren 2 Sekunden zurück zum Ursprung. (8)
- Barbara bewegt sich 2 Sekunden lang mit 3 m/s rückwärts in negative x-Richtung und bleibt eine Sekunde lang stehen. Anschließend legt sie in 2 Sekunden 4 m in positive x-Richtung zurück und gelangt in weiteren 2 Sekunden zurück zum Ursprung.
- Clara läuft 2 Sekunden lang mit 3,5 m/s nach vorne, kehrt um und geht in 2 Sekunden 3 Meter zurück. Sie wartet eine Sekunde und springt dann in einer weiteren Sekunde zum Ursprung zurück.

Aufgabe 1: geradlinig gleichförmige Bewegung

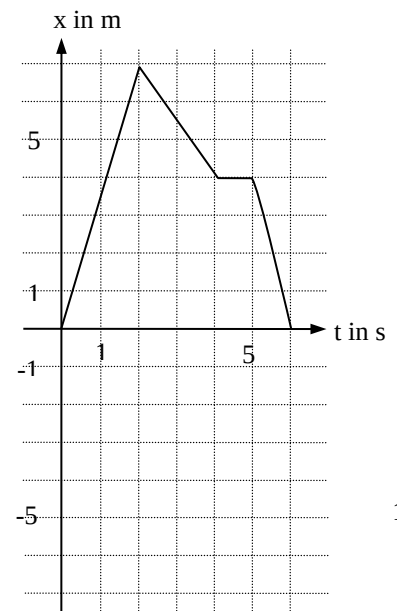
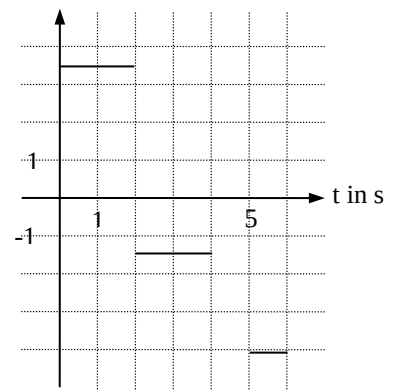
a) v in m/s



b) v in m/s



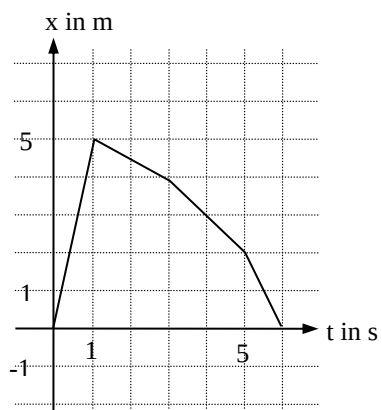
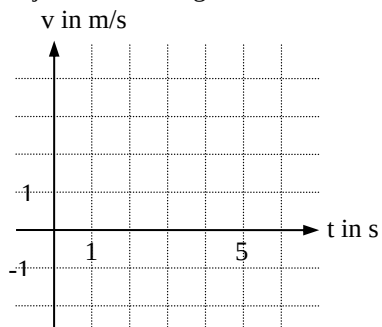
c) v in m/s



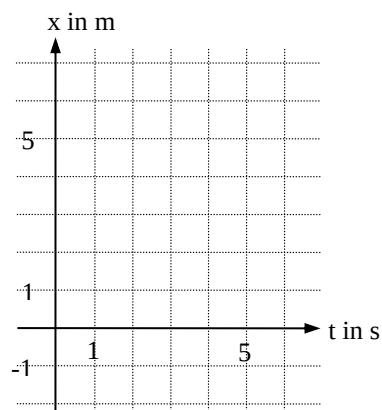
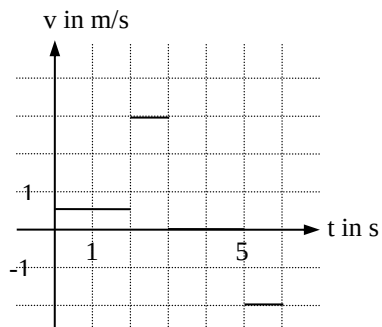
Aufgabe 2: Geradlinig gleichförmige Bewegungen

Ergänze jeweils die Diagramme

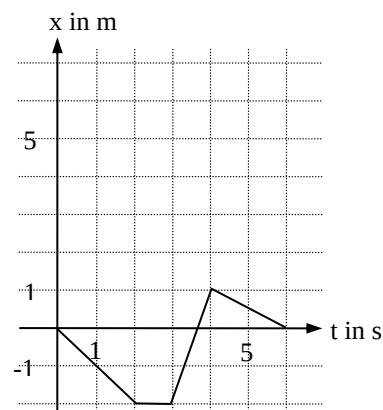
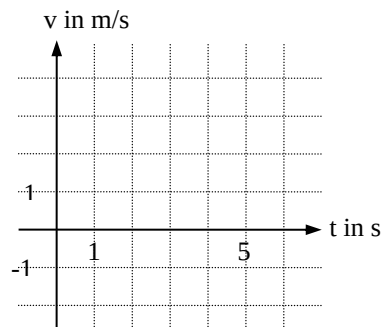
a)



b)

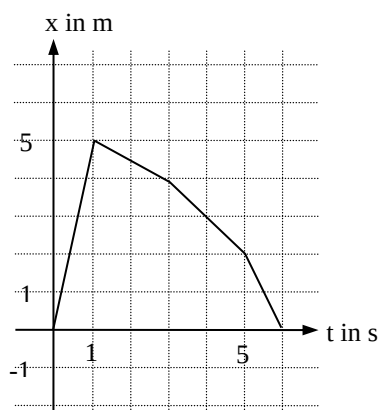
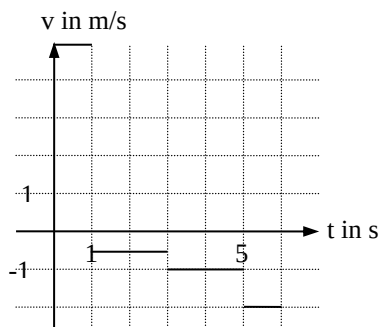


c)

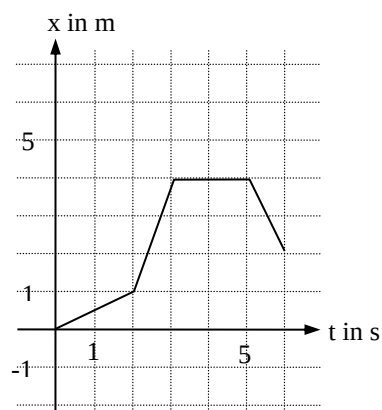
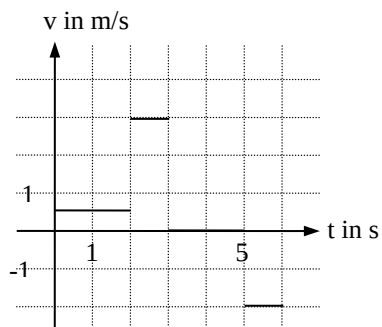


Aufgabe 2: Geradlinig gleichförmige Bewegungen

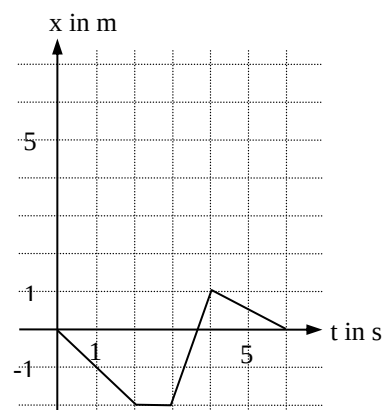
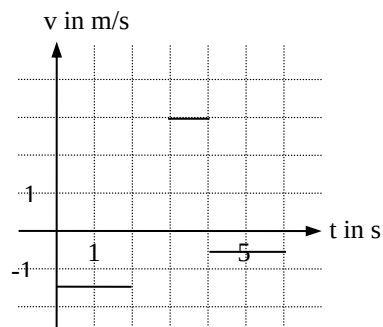
a)



b)



c)



Aufgabe 3: Geschwindigkeit

- a) Wie viel m/s sind 200 km/h? Wie viel km/h sind 20 m/s?
- b) Frank ruft „Hallo“ über die Kuhweide zum Waldrand und das Echo antwortet nach 1,5 Sekunden ebenfalls mit „Hallo“.
- Wie weit ist der Waldrand entfernt, wenn die Schallgeschwindigkeit $c = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt?
- c) Wie lange benötigt das Licht bei einer Geschwindigkeit von $c \approx 300\,000 \text{ km/s}$ vom 385 000 km entfernten Mond zu uns?
- d) Ein 400 m langer Zug überquert mit 108 km/h eine 500 m lange Brücke. Wie lange dauert es, bis der **gesamte** Zug die Brücke passiert hat? Formuliere die umgangssprachlich vage gestellte Frage zunächst **exakt** und berechne dann das Ergebnis?
- e) Wilfried startet um 15:15 Uhr im 15 km entfernten Elliehausen und kommt um 16:30 im 33 km entfernten Gellihausen an. Wie schnell ist er durchschnittlich gefahren?
- f) Wie viele Sekunden benötigt ein 720 km/h schnelles Verkehrsflugzeug für die Überquerung der 5 km breiten Londoner Innenstadt?
- g) Welche Strecke legt ein 54 km/h schneller Autofahrer in 5 Sekunden zurück?

Aufgabe 3: Geschwindigkeit

- a) $200 \text{ km/h} = 55,6 \text{ m/s}$ und $20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$ (2)
- b) Für die einfache Strecke Δs zum Waldrand benötigt der Schall $\Delta t = 0,75 \text{ s}$. Der Waldrand ist also $\Delta s = c \cdot \Delta t = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,75 \text{ s} = 247,5 \text{ m}$ entfernt. (2)
- c) Es benötigt $\Delta t = \frac{\Delta s}{c} = \frac{385\,000 \text{ km}}{300\,000 \text{ km/s}} \approx 1,3 \text{ s}$ für die Strecke. (2)
- d) Gefragt ist nach der Zeitspanne Δt zwischen dem Befahren der Brücke durch die Lok und dem Verlassen der Brücke durch den letzten Wagen. Dann ist die Lok aber schon $500 \text{ m} + 400 \text{ m}$ gefahren und es folgt $\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{900 \text{ m}}{30 \text{ m/s}} = 30 \text{ s}$. (2)
- e) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{18 \text{ km}}{4500 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 14,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (2)
- f) $\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{5000 \text{ m}}{200 \text{ m/s}} = 25 \text{ Sekunden}$ (2)
- g) $\Delta x = v \cdot \Delta t = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5 \text{ s} = 75 \text{ m}$ (2)

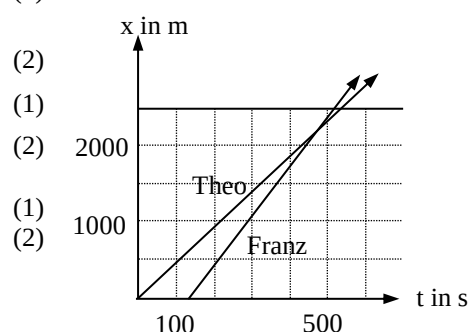
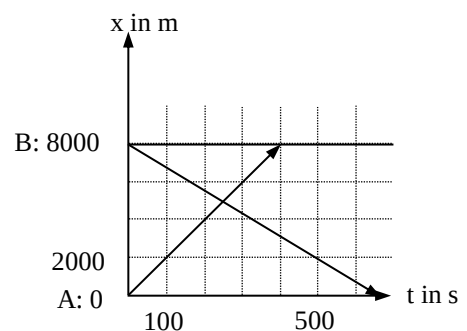
Aufgabe 4: Geradlinig-gleichförmige Bewegung

- a) Zum Zeitpunkt $t = 0$ startet Bauer A mit 72 km/h von A-Dorf aus in Richtung auf das 8 km entfernte B-Dorf, von dem aus zum gleichen Zeitpunkt Bauer B mit 43,2 km/h in Richtung A-Dorf los fährt. Zeichne beide Bewegungen in ein gemeinsames Ort-Zeit-Diagramm, formuliere die Ort-Zeit-Gleichungen und bestimme rechnerisch den Zeitpunkt und den Ort, an dem sich A und B treffen.
- b) Franz fährt zum Zeitpunkt $t = 0$ mit 18 km/h in Richtung Freibad; Theo folgt ihm zwei Minuten später mit 24 km/h. Zeichne beide Bewegungen in ein gemeinsames Ort-Zeit-Diagramm, formuliere die Ort-Zeit-Gleichungen und bestimme rechnerisch die Zeit und den Ort, an dem Franz von Theo eingeholt wird.

Aufgabe 4: Geradlinig-gleichförmige Bewegung (6)

Alles in SI!

- a) Die Ort-Zeit-Gleichungen sind
 $x_A(t) = 20 \cdot t$ und $x_B(t) = -12 \cdot t + 8000$. (2)
- Gleichsetzen** ergibt $x_A(t) = x_B(t) \Leftrightarrow 20t = -12t + 8000$
 $\Rightarrow$ **Treffzeit $t = 250 \text{ s} = 4 \text{ Minuten und } 10 \text{ Sekunden}$.** (1)
- Durch **Einsetzen** erhält man den
Treffpunkt $x_A(250) = x_B(250) = 5000 \text{ m} = 5 \text{ km von A entfernt}$ (1)
bzw. 3 km von B entfernt. (2)
- Beschriftetes Diagramm (2)
- b) Die Ort-Zeit-Gleichungen sind
 $x_F(t) = 5 \cdot t$ und $x_T(t) = 6, \bar{6} \cdot (t - 120) = 6, \bar{6} \cdot t - 800$. (2)
- Gleichsetzen** ergibt $x_F(t) = x_T(t) \Leftrightarrow 5t = 6, \bar{6} \cdot t - 800$
 $\Rightarrow$ **Treffzeit $t = 480 \text{ s} = 8 \text{ Minuten}$.** (1)
- Durch **Einsetzen** erhält man den
Treffpunkt $x_F(480) = x_T(480) = 2400 \text{ m}$. (2)
- Beschriftetes Diagramm (2)



Aufgabe 5: Mittlere und momentane Geschwindigkeit

Bestimme graphisch

a) die mittleren Geschwindigkeiten

$$\overline{v}_{[0;2]} = \overline{v}_{[2;4]} = \overline{v}_{[4;7]} =$$

b) die momentanen Geschwindigkeiten

$$v(0) = \quad v(1) = \quad v(3) =$$

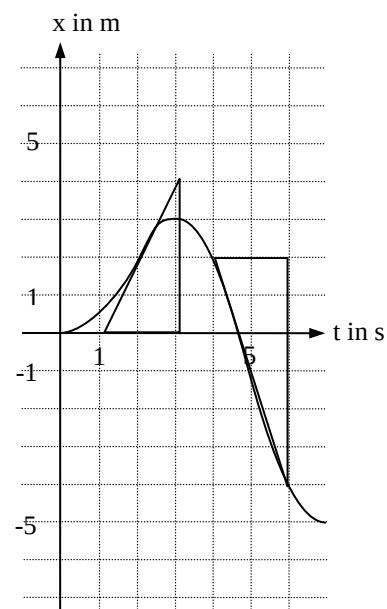
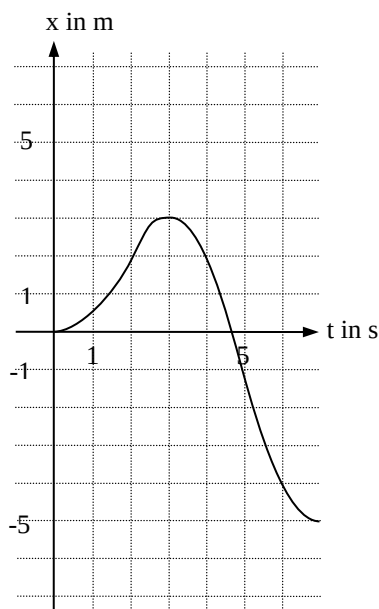
$$v(4) = \quad v(5) = \quad v(7) =$$

Aufgabe 5: Mittlere und momentane Geschwindigkeit

$$a) \quad \overline{v}_{[0;2]} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \overline{v}_{[2;4]} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \overline{v}_{[4;7]} = -3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

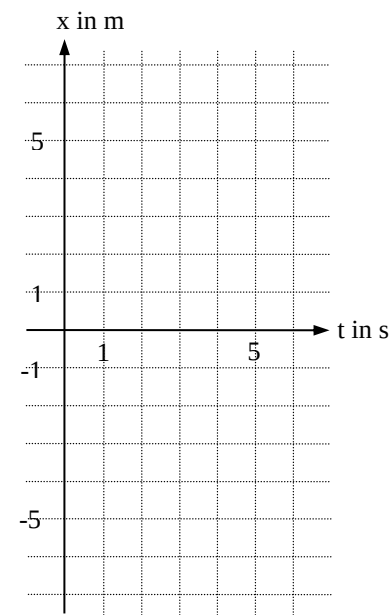
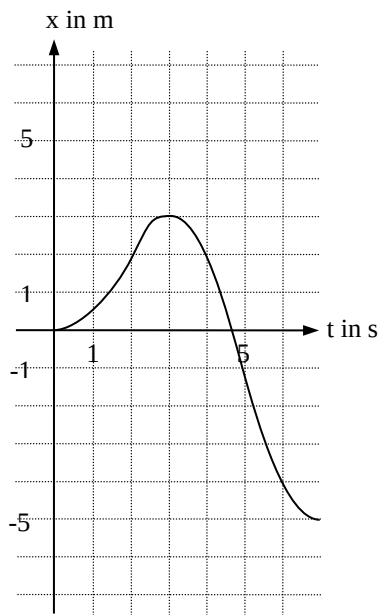
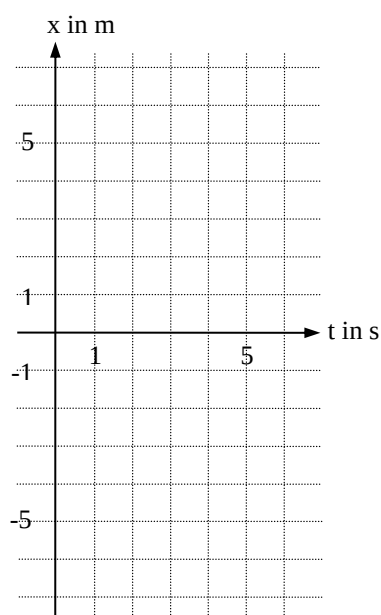
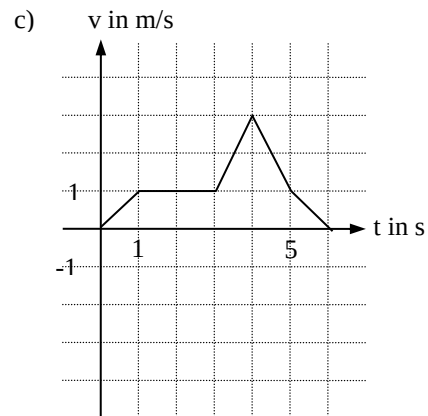
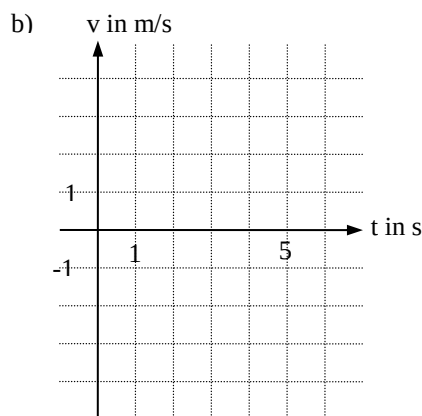
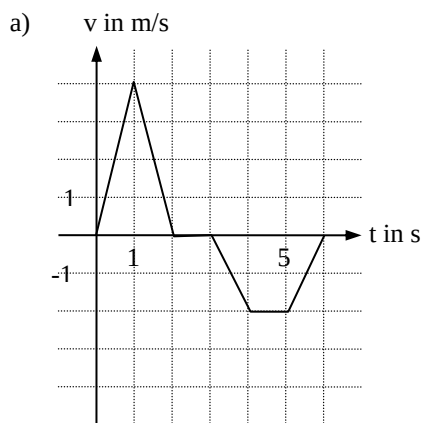
$$b) \quad v(0) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(1) = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(3) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v(4) = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(5) = -4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(7) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



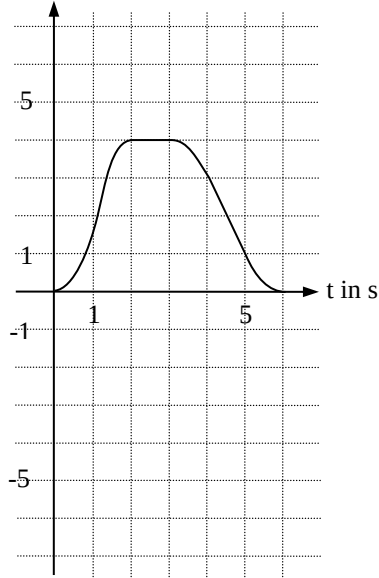
Aufgabe 6: x-t- und v-t-Diagramme bei gleichmäßig beschleunigten Bewegungen

Ergänze die fehlenden Diagramme:

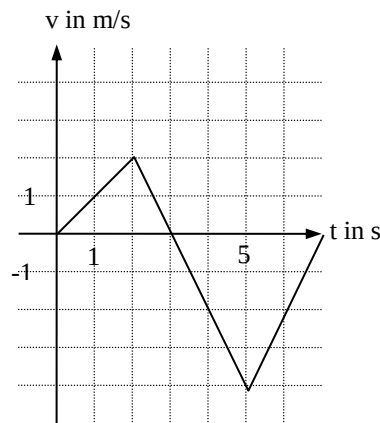


Lösungen:

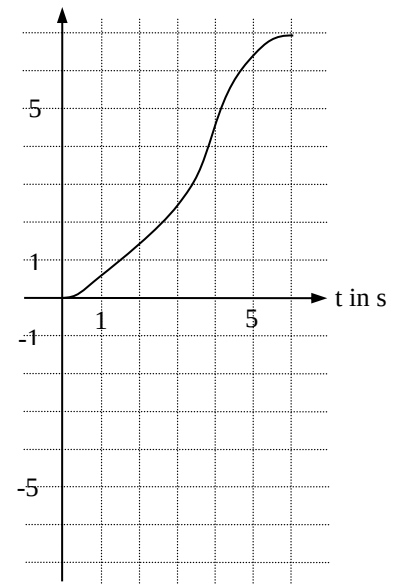
a) x in m



b)



c) x in m

**Aufgabe 7: gleichmäßig beschleunigte Bewegung (4)**

Welche Strecke legt ein Autofahrer zurück, der vor einer Baustelle in 10 Sekunden von 180 km/h auf 108 km/h abbremst?

Lösungen:

$$v_0 = 50 \text{ m/s}; v_1 = 30 \text{ m/s und } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 \cdot t = -100 \text{ m} + 500 \text{ m} = 400 \text{ m.} \quad (4)$$

Aufgabe 8: gleichmäßig beschleunigte Bewegung (4)

Welche Strecke legt ein Autofahrer zurück, der nach einer Baustelle in 10 Sekunden von 72 km/h auf 144 km/h beschleunigt?

Lösungen:

$$v_0 = 20 \text{ m/s}; v_4 = 40 \text{ m/s und } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 \cdot t = 100 \text{ m} + 200 \text{ m} = 300 \text{ m.} \quad (4)$$

Aufgabe 9a: Bremsweg (8)

Der Fahrer eines 72 km/h schnellen Triebwagens sieht in 120 m Entfernung den Kinderwagen auf dem unbeschränkten Bahnübergang stehen und löst nach einer Schrecksekunde die Notbremsung mit -2 m/s^2 aus. Reicht es? Zeichne ein x-t- sowie ein v-t-Diagramm und bestimme die Dauer des gesamten Anhaltevorgangs sowie die zurückgelegte Wegstrecke.

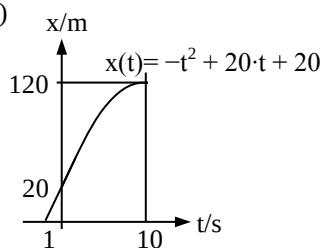
Lösungen: (alles in SI)

In der Schrecksekunde legt der Triebwagen bereits eine Strecke von $x_0 = v_0 \cdot t_0 = 20 \text{ m}$ zurück. (1)

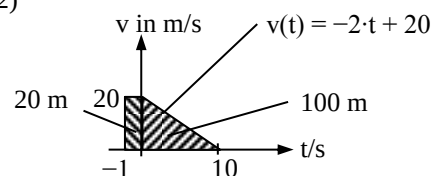
Aus $0 = a \cdot t_0 + v_0$ erhält man die Bremszeit $t_0 = -\frac{v_0}{a} = 10 \text{ s}$ und den Bremsweg $x = \frac{1}{2}at_0^2 + v_0 \cdot t_0 = -\frac{v_0^2}{2a} = 100 \text{ m.}$ (2)

Der Triebwagen kommt also nach 120 m genau vor dem Kinderwagen zum Stillstand. (1)

x-t-Diagramm (2)



v-t-Diagramm (2)



Aufgabe 9 b) Anhalteweg

Tom fährt im Rahmen einer Vendetta mit einem gebraucht online erworbenen Schützenpanzer „Wiesel“ mit 72 km/h durch das 250 m entfernte Gartentor auf Edwards Haus zu. Zwei Sekunden später bricht Edwards zahmer Stegosaurus Maurice aus dem Gebüsch und wirft sich auf den Panzer, welcher dadurch mit $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ verzögert wird. Die Kanone zeigt auf das Küchenfenster und ragt 1 m nach vorne über die Wanne hinaus.

Zeichne ein x-t- sowie ein v-t-Diagramm und bestimme die Dauer des gesamten Anhaltvorgangs sowie die zurückgelegte Wegstrecke

Lösungen

(Alles in Metern und Sekunden!)

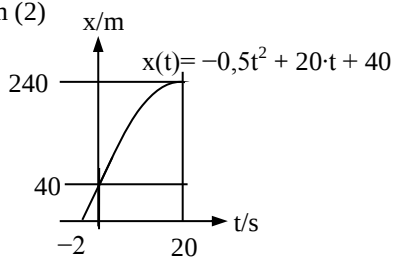
In 2 Sekunden legt der Panzer zunächst noch $s_1 = v \cdot t = 20 \cdot 2 \approx \underline{40 \text{ m}}$ zurück. (1)

Der **Bremsweg** ist $s_2 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} = \frac{1}{2} \frac{20^2}{1} = \underline{200 \text{ m}}$ (1)

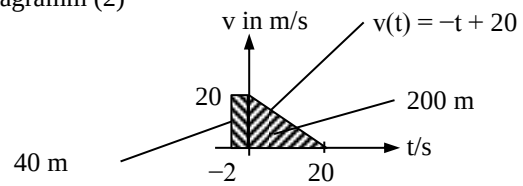
Der **Anhalteweg** ist also $s_{\text{ges}} = s_1 + s_2 = \underline{240 \text{ m}}$ (1)

Die **Zeit bis zum Stillstand** ist $t_{\text{ges}} = t_1 + t_2 = 2 \text{ s} + \frac{v}{a} = 2 \text{ s} + 20 \text{ s} = \underline{22 \text{ s}}$ (1)

x-t-Diagramm (2)



v-t-Diagramm (2)



Aufgabe 9 c) Anhalteweg

Henri fährt mit dem Fahrrad mit 25 km/h die Straße entlang. Gleichzeitig läuft Lilly K. mit ihrem Hund spazieren. Dann überquert sie die Straße, auf der Henri fährt, um zum Feld nebenan zu kommen. Henri entdeckt Lilly K. auf 250 m Entfernung. Nach einer Schrecksekunde bremsst er und verzögert mit -2 m/s^2 . Schafft er es rechtzeitig zum Stillstand zu kommen? Wie heißt Lillys Hund und was wird er tun? Beschreibe die Fortsetzung der Geschichte bis zu Henris Stillstand.

- durch Rechnung (Bremsweg, Anhalteweg und Zeit bis zum Stillstand) (7)
- durch zwei Skizzen (v-t- und s-t- Diagramm) (6)
- durch Worte (Antwortsatz) (2)

Lösungen

(Alles in Metern und Sekunden!)

In 1 Sekunde legt Henri zunächst noch $s_1 = v \cdot t \approx \underline{6,94 \text{ m}}$ zurück. (1)

Der **Bremsweg** ist $s_2 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a} = \frac{1}{2} \frac{6,94^2}{2} = \underline{12,04 \text{ m}}$ (3)

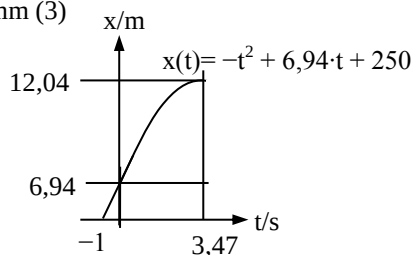
Der **Anhalteweg** ist also $s_{\text{ges}} = s_1 + s_2 = \underline{18,94 \text{ m}}$ (1)

Die **Zeit bis zum Stillstand** ist $t_{\text{ges}} = t_1 + t_2 = 1 \text{ s} + \frac{v}{a} = 1 \text{ s} + 3,47 \text{ s} = \underline{4,47 \text{ s}}$ (2)

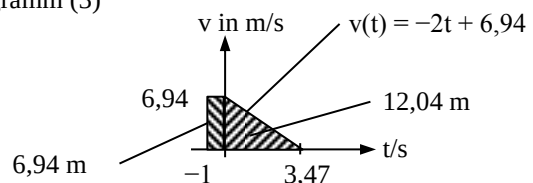
Henri kommt 231,06 m vor Lilly zum Stehen und wendet sich zur Flucht.

Aber Lillys Hund „Killer“ hat ihn schon gesehen und beschleunigt mit 3 m/s^2 (2)

x-t-Diagramm (3)



v-t-Diagramm (3)



Aufgabe 9 d): Bremsweg (8)

Wie schnell darf ein Fahrzeug unterwegs sein, wenn die gesamte Anhaltestrecke bei einer Verzögerung von -5 m/s^2 und einer Reaktionszeit von 0,5 s höchstens 50 m betragen darf? Zeichne ein x-t- sowie ein v-t-Diagramm und bestimme auch die Dauer des gesamten Anhaltvorgangs.

Lösungen: (alles in SI)

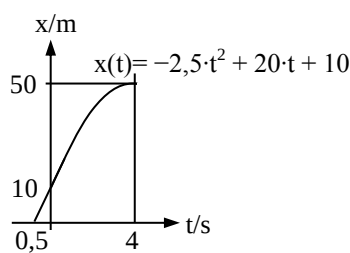
$$x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_R \text{ mit Reaktionsweg } x_R = v_0 \cdot t_R \text{ und } x(t_0) = x_0 \text{ für die Bremszeit } t_0 \text{ und den Bremsweg } x_0 \quad (2)$$

$$v(t) = a \cdot t + v_0 \text{ mit } v(t_0) = 0 \Leftrightarrow t_0 = -\frac{v_0}{a} \quad (1)$$

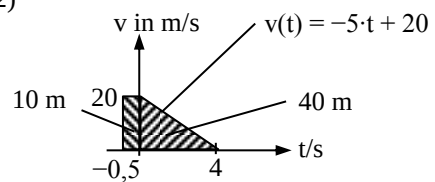
$$\text{Einsetzen ergibt } x_0 = \frac{1}{2}at_0^2 + v_0t_0 + v_0t_R = -\frac{v_0^2}{2a} + v_0t_R \Leftrightarrow 0 = v_0^2 - 2a \cdot t_R \cdot v_0 + 2a \cdot x_0 \Rightarrow v_0 = a \cdot t_R \pm \sqrt{a^2 \cdot t_R^2 - 2a \cdot x_0} =$$

$$a \cdot \left(t_R \pm \sqrt{t_R^2 - \frac{2x_0}{a}} \right) = -5 \cdot (0,5 \pm 4,5) \Rightarrow \text{Höchstgeschwindigkeit } v_0 = 20 \text{ m/s und Anhaltezeit } t_0 + t_R = 4 \text{ s} + 0,5 \text{ s} = 4,5 \text{ s.} \quad (2)$$

x-t-Diagramm (1)



v-t-Diagramm (2)

**Aufgabe 10: Geradlinig gleichförmige Bewegungen (4)**

Ein Roboter bewegt seine Greifhand in 1,2 Sekunden um 96 cm nach oben, bleibt für 1,8 Sekunden in dieser Höhe, um ein Werkstück aufzunehmen und senkt das Werkstück schliesslich mit $-0,2 \text{ m/s}$ um 40 cm ab, um es in eine Vorrichtung einzuspannen. Zeichne das y-t- und das v-t-Diagramm.

Aufgabe 11: Gleichmäßig beschleunigte Bewegungen (6)

Ein Hundertmeterläufer beschleunigt in 3 Sekunden auf 10 m/s und läuft dann mit dieser Geschwindigkeit weiter bis ins Ziel.

Berechne die Strecke, die er in den ersten 3 Sekunden zurücklegt. (1)

a) Wie lange braucht er für die 100 Meter? (1)

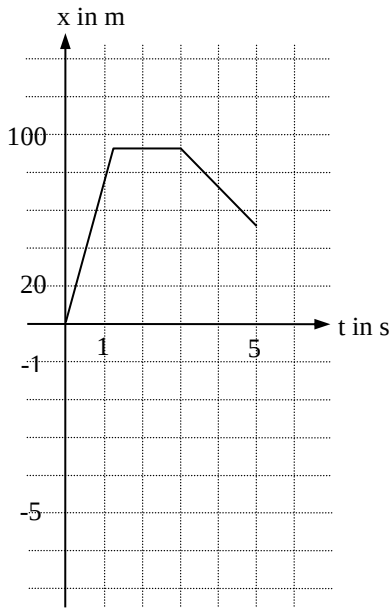
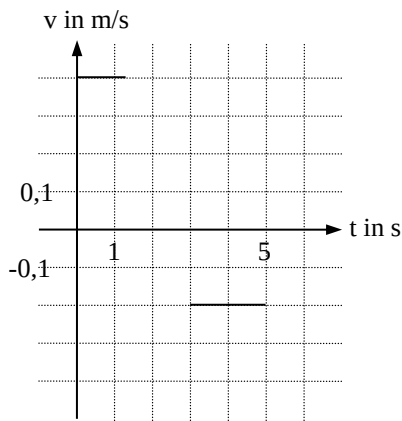
b) Zeichne das x-t- und das v-t-Diagramm. (4)

Lösungen

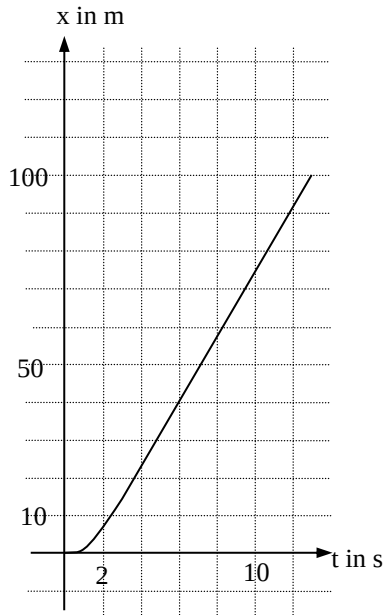
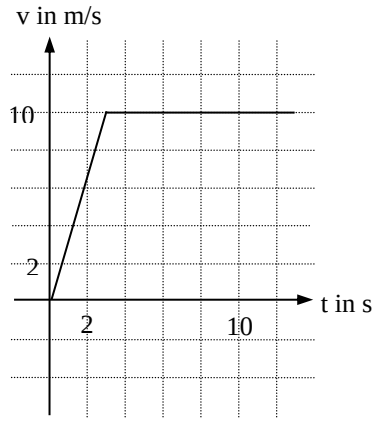
a) In den ersten $t = 3$ Sekunden legt er bei einer Beschleunigung von $a = \frac{10 \text{ m}}{3 \text{ s}^2}$ eine Strecke von $x = \frac{1}{2}at^2 = 15 \text{ m}$ zurück. (1)

b) Für die restlichen $\Delta x = 85 \text{ m}$ benötigt er $\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = 8,5 \text{ Sekunden}$. Insgesamt sind es also $8,5 + 3 = 11,5 \text{ Sekunden}$. (1)

Aufgabe 10 (je 2)



Aufgabe 11c) (je 2)



Aufgabe 12: Überholvorgang (15)

Kevin tritt bei 108 km/h aufs Gaspedal seines gebrauchten BMW und beschleunigt mit $0,5 \text{ m/s}^2$, um den 11 m vor ihm mit konstant 126 km/h fahrenden Norbert in seinem neuen Opel einzuholen.

- Formuliere die Gleichungen für $x(t)$ und $v(t)$ für beide Fahrzeuge. (4)
- Skizziere die Graphen für $x(t)$ und $v(t)$ für beide Fahrzeuge in je ein gemeinsames Achsenkreuz. (6)
- Wie lange braucht Kevin, bis er Norbert eingeholt hat, und welche Strecke legt er dabei zurück? (5)

Lösungen (Alles in SI)

a) $x_K(t) = \frac{1}{4} t^2 + 30t$; $x_N(t) = 35t + 100$; $v_K(t) = \frac{1}{2} t + 30$ und $v_N(t) = 35$ (4)

b) Graphen: siehe rechts (6)

c) $x_K(t) = x_N(t) \Leftrightarrow$

$$\frac{1}{4} t^2 + 30t = 35t + 11 \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{4} t^2 - 5t - 11 = 0 \Leftrightarrow$$

$$t^2 - 20t - 44 = 0$$

$$\Rightarrow t_{1/2} = 10 \pm 12$$

$$(t_1 = -2 \text{ wird außer Acht gelassen})$$

$$\Rightarrow x_2 = 770 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v_{K2} = 41 \text{ m/s} = 147,6 \text{ km/h}$$

