

1.2. Aufgaben zur Kinematik

Aufgabe 1: Geschwindigkeit

- Wie viel m/s sind 100 km/h? Wie viel km/h sind 10 m/s?
- Ein Echolot bestimmt die Meerestiefe durch einen kurzen Ton, dessen Echo nach $\Delta t = 1,4 \text{ s}$ wieder an der Meeresoberfläche ankommt. Wie tief ist das Meer, wenn die Schallgeschwindigkeit $c = 1475 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt?
- Die amerikanische Raumsonde pioneer 11 passierte im Dezember 1974 den Jupiter mit einer Geschwindigkeit von 171 000 km/h. Welche Zeit Δt benötigte die Sonde für eine Strecke von der Länge des Jupiterdurchmesser $d = 142 \text{ 000 km}$?
- Wie lange benötigt das Licht bei einer Geschwindigkeit von $c \approx 300 \text{ 000 km/s}$ von der 150 Mio km entfernten Sonne zu uns?
- Ein 300 m langer Zug überquert mit 72 km/h eine 200 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?

Aufgabe 2: geradlinig gleichförmige Bewegung

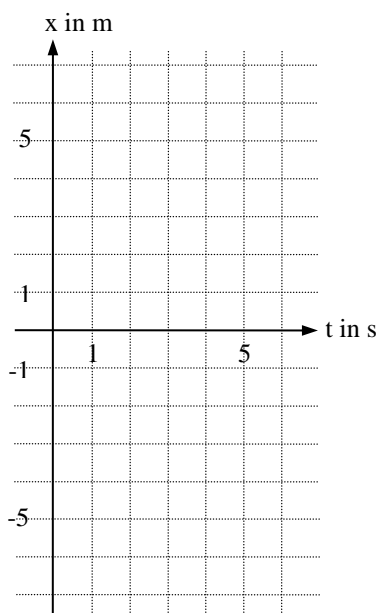
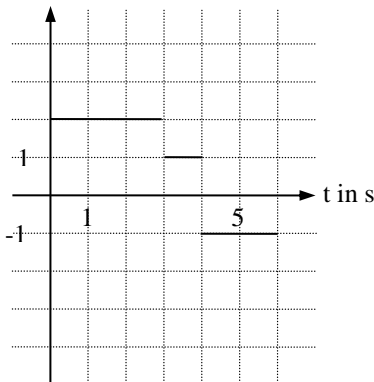
Zeichne jeweils das x-t-Diagramm und das v-t-Diagramm für die folgenden Bewegungen:

- A bewegt sich vom Ursprung aus mit konstanter Geschwindigkeit in 3 Sekunden 5 m weit in positive x-Richtung, geht dann innerhalb von 2 Sekunden um 7 m zurück und schließlich in einer Sekunde wieder zurück zum Ursprung.
- B bewegt sich 3 Sekunden lang mit 2 m/s rückwärts in negative x-Richtung, dann eine Sekunde lang mit 3 m/s vorwärts und schließlich 2 Sekunden lang mit 1 m/s weiter vorwärts.
- C benötigt 3 Sekunden, um vom Ursprung aus 3 m nach vorne zu gehen, bewegt sich dann mit 2 m/s für 2 Sekunden nach hinten und geht schließlich in einer Sekunde wieder 1 m nach vorne.

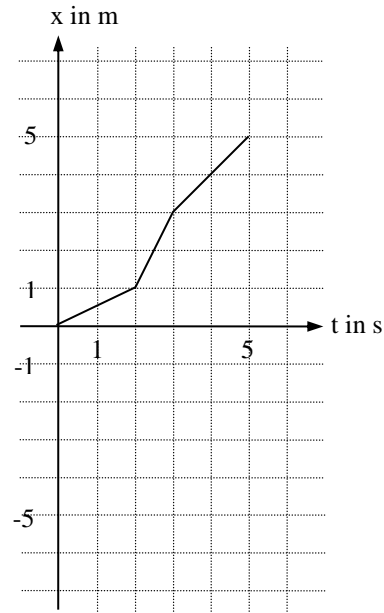
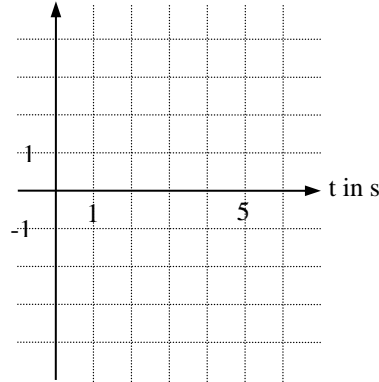
Aufgabe 3: geradlinig gleichförmige Bewegung

Zeichne jeweils das fehlende Diagramm:

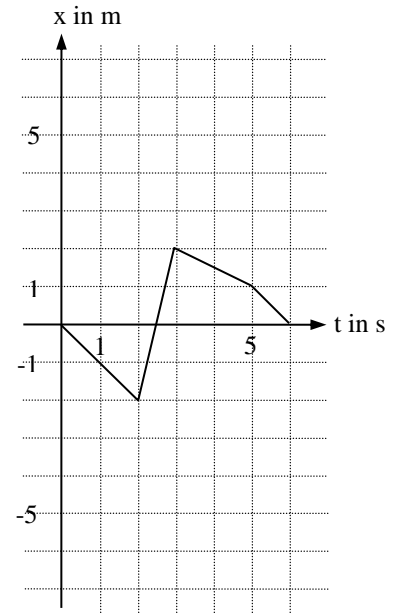
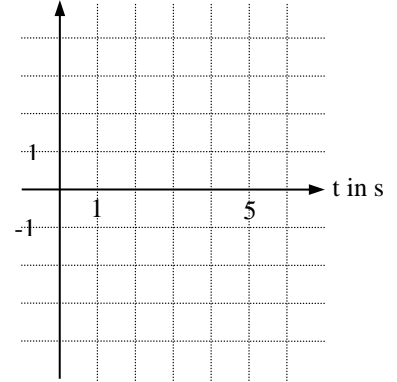
a) v in m/s



b) v in m/s



c) v in m/s



Aufgabe 4: Geradlinig-gleichförmige Bewegung

- a) Zum Zeitpunkt $t = 0$ startet Bauer A mit 54 km/h von A-Dorf aus in Richtung auf das 5 km entfernte B-Dorf, von dem aus zum gleichen Zeitpunkt Bauer B mit 36 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 eine Minute später mit 27 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 5: Mittlere und momentane Geschwindigkeit

Bestimme graphisch

a) die mittleren Geschwindigkeiten

$\overline{v}_{[0;1]} = \overline{v}_{[1;3]} =$

$\overline{v}_{[3;6]} = \overline{v}_{[8;9]} =$

$\overline{v}_{[10;12]} = \overline{v}_{[14;16]} =$

$\overline{v}_{[15;17]} = \overline{v}_{[16;18]} =$

b) die momentanen Geschwindigkeiten

$v(0) = v(1) =$

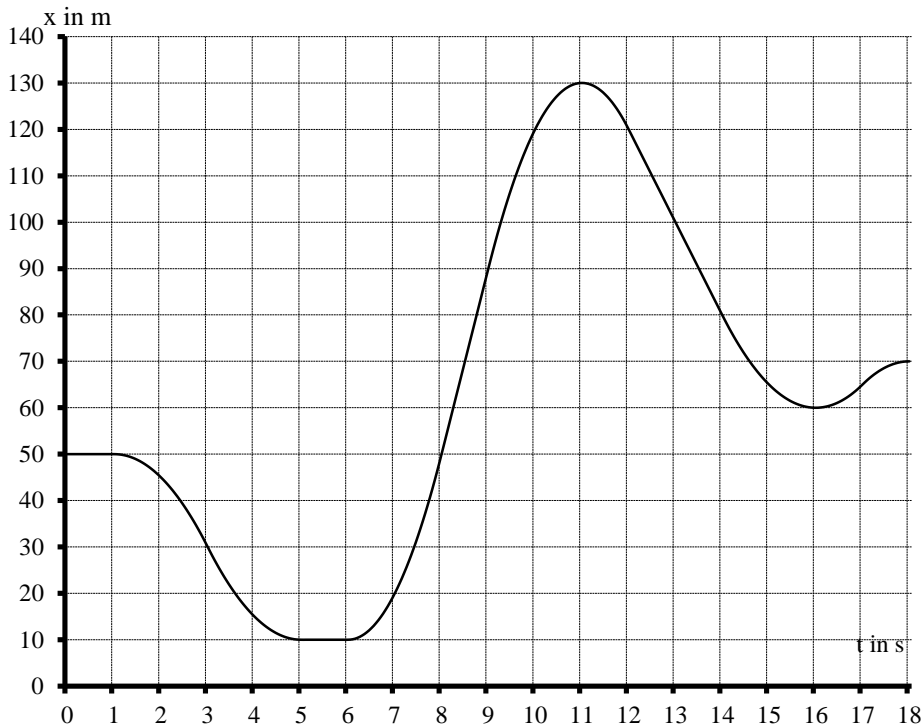
$v(2) = v(3) =$

$v(4) = v(5) =$

$v(9) = v(19) =$

$v(11) = v(12) =$

$v(14) = v(16) =$



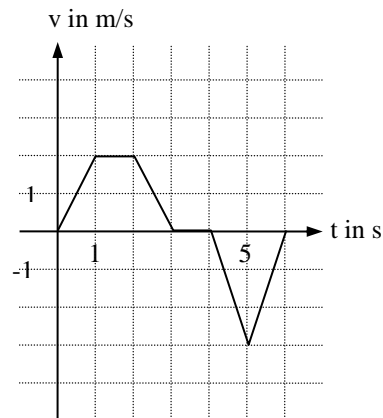
Aufgabe 6: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

- a) Ein 400 m langer ICE beschleunigt mit 1 m/s^2 aus dem Stand. Wie schnell ist das Zugende, wenn es den Bahnhof verlässt? Wie lange benötigt der Zug, bis er 252 km/h erreicht hat? Welche Strecke hat er bis dahin zurückgelegt?
- b) Ein Motorrad beschleunigt aus dem Stand auf einer Strecke von 100 m mit 4 m/s^2 . Welche Geschwindigkeit erreicht das Motorrad und wie lange dauert der Beschleunigungsvorgang? Zeichne ein v - t -Diagramm.
- c) Ein Fahrzeug beschleunigt aus dem Stand 5 Sekunden lang mit $a = 2 \text{ m/s}^2$ und fährt dann weitere 3 Sekunden mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Welche Strecke hat es zurückgelegt? Zeichne ein v - t -Diagramm.
- d) In welcher Entfernung vor dem Bahnhof muss ein 72 km/h schneller Triebwagen mit der Bremsung beginnen, wenn die Bremsen eine Verzögerung von -1 m/s^2 bewirken? Wie lange dauert der Bremsvorgang? Zeichne ein v - t -Diagramm.

Aufgabe 7: Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme zusammengesetzter Bewegungen

Vervollständige die Tabelle:

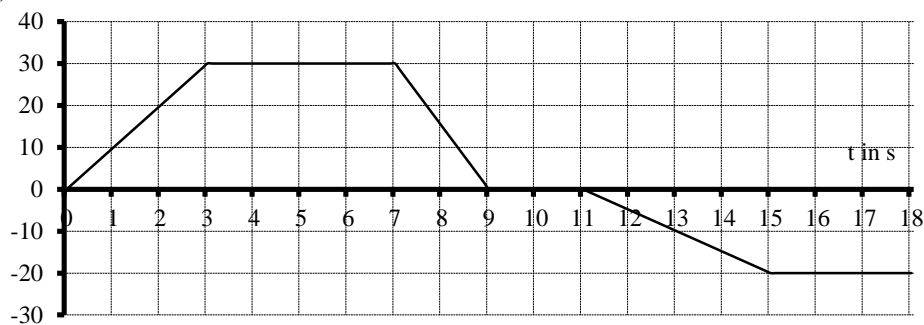
Abschnitt	Bewegungsart	Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit
[0 s; 1 s]		
[1 s; 2 s]		
[2 s; 3 s]		
[3 s; 4 s]		
[4 s; 5 s]		
[5 s; 6 s]		



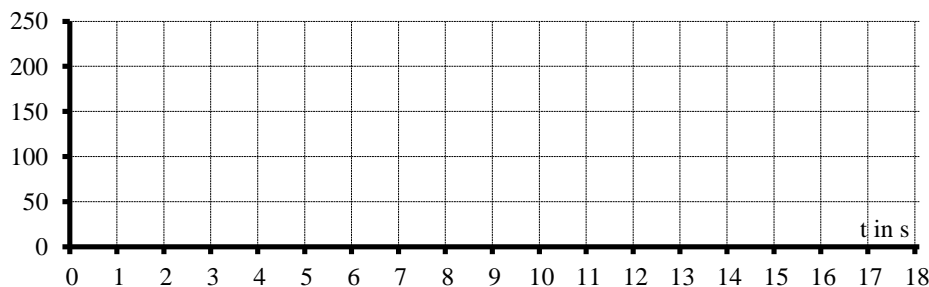
Aufgabe 8: Graphische Integration

Rekonstruiere das x-t-Diagramm durch graphische Integration:

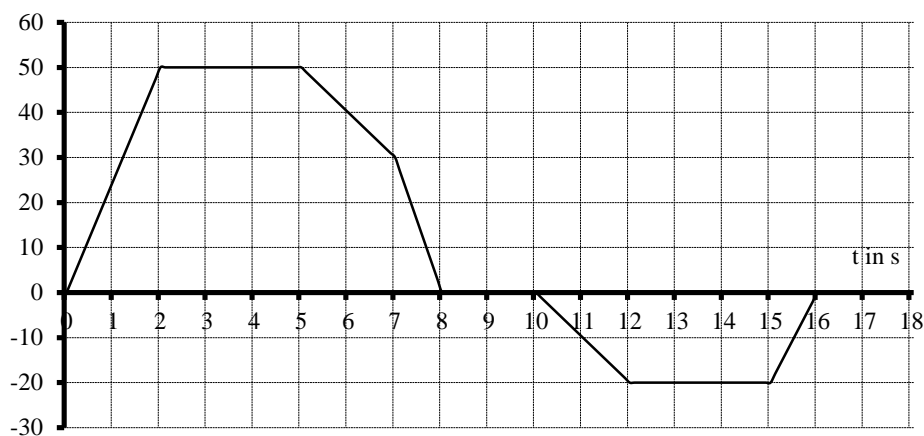
a) v in m/s



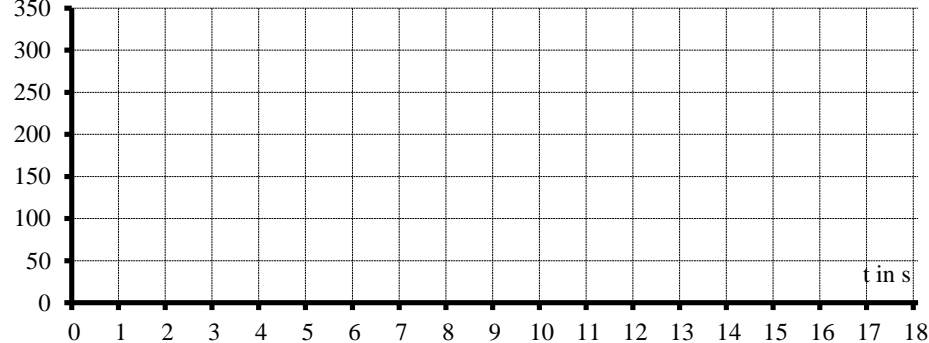
x in m



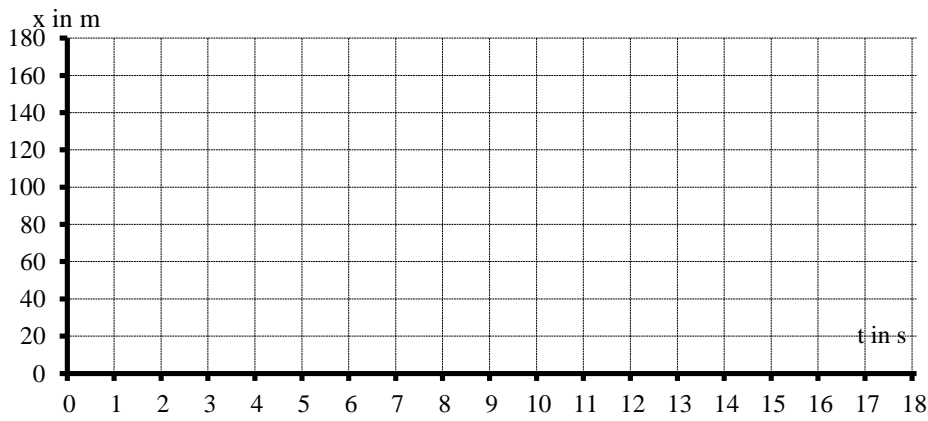
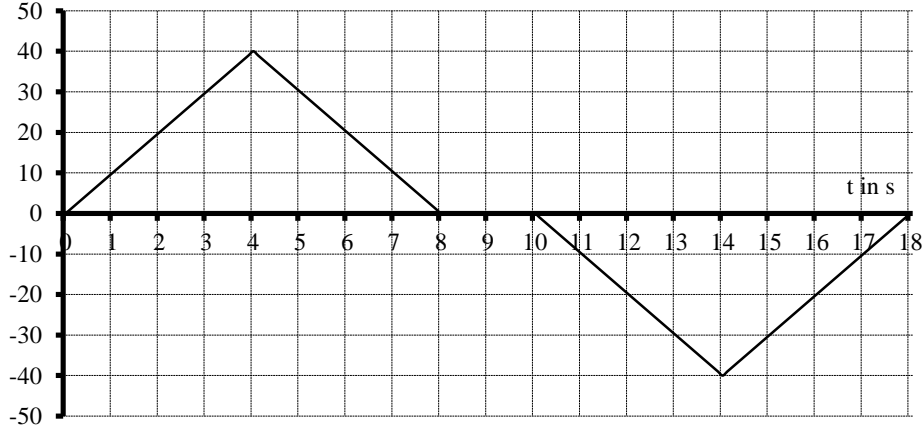
b) v in m/s



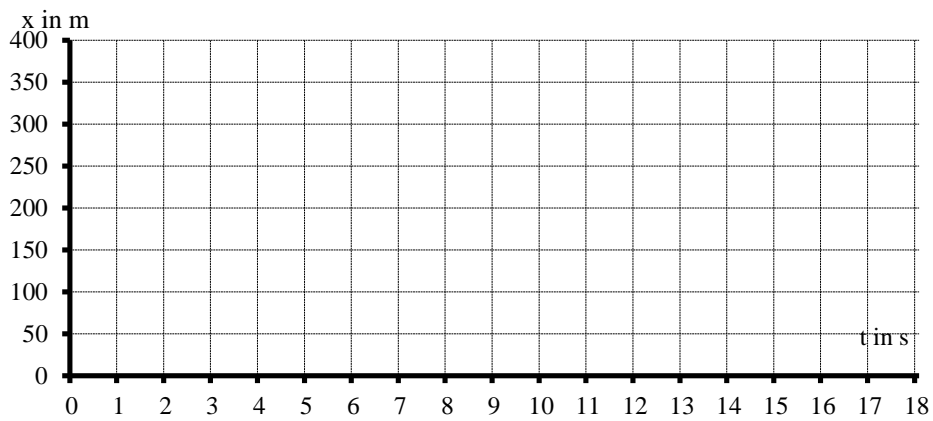
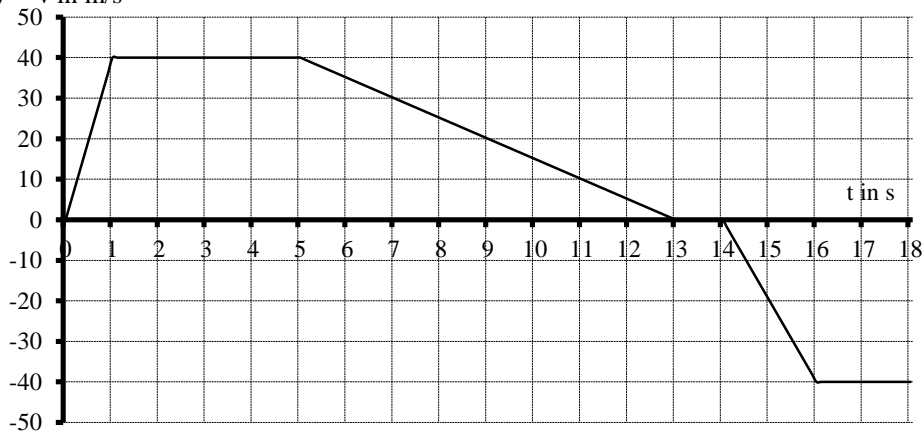
x in m



c) v in m/s



d) v in m/s



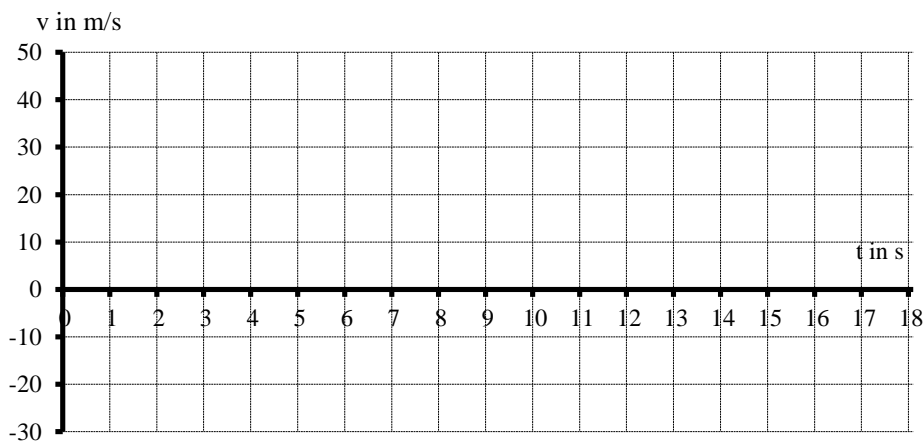
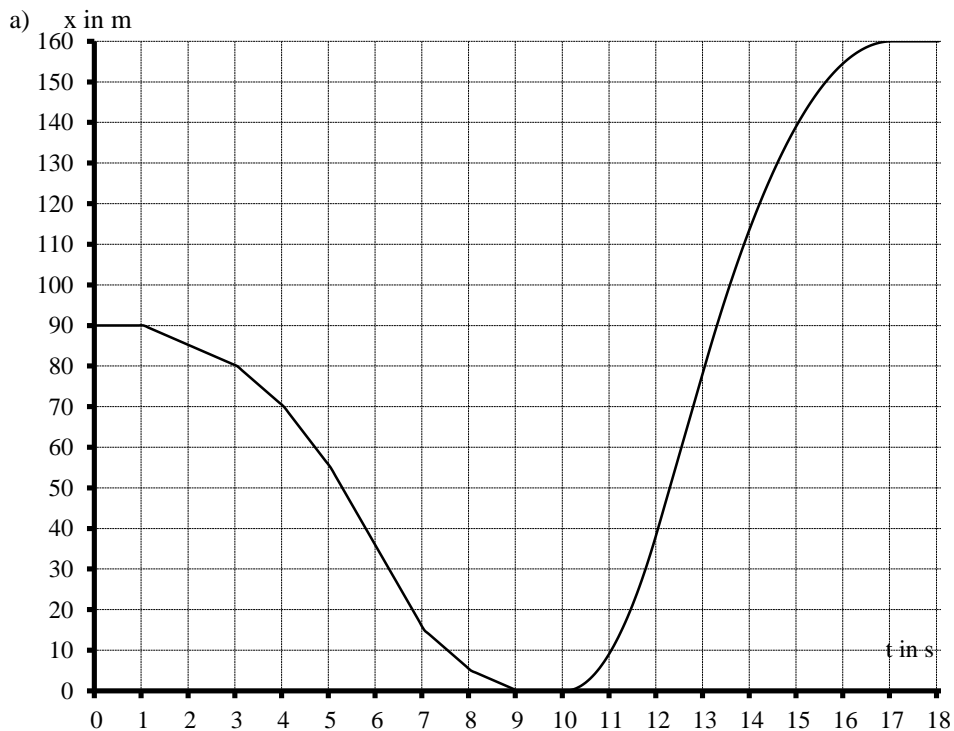
Aufgabe 9: Graphische Integration

Zeichne jeweils zuerst das v-t-Diagramm, bestimme die zurückgelegten Strecken aus den Flächen unterhalb der Geradenstücke und skizziere dann das x-t-Diagramm:

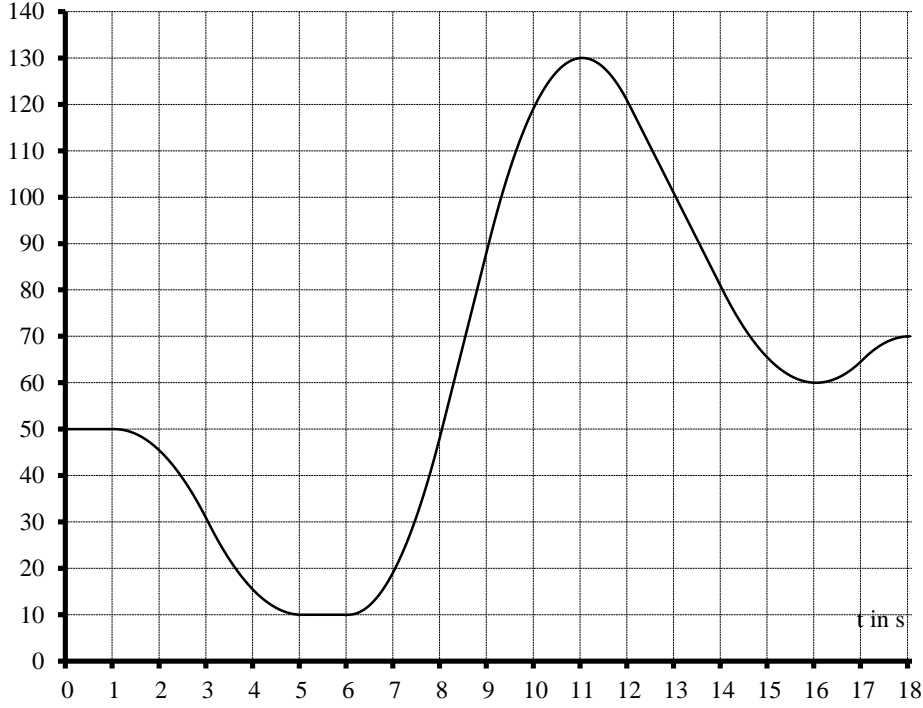
- a) A beschleunigt vom Ursprung aus in 3 Sekunden gleichmäßig auf eine Geschwindigkeit von 3 m/s in positive x-Richtung, fährt dann noch 2 Sekunden lang mit der gleichen Geschwindigkeit weiter und bremst dann innerhalb einer Sekunde wieder ab bis zum Stillstand.
- b) B beschleunigt gleichmäßig in 2 Sekunden in negative x-Richtung auf -4 m/s, behält seine Geschwindigkeit eine Sekunde lang bei und verzögert dann 3 Sekunden lang bis zum Stillstand.
- c) C beschleunigt 2 Sekunden lang mit $1,5$ m/s² in positive x-Richtung, fährt 2 Sekunden lang mit konstanter Geschwindigkeit weiter und bremst dann mit -3 m/s² wieder ab bis zum Stillstand.

Aufgabe 10: Graphische Differentiation

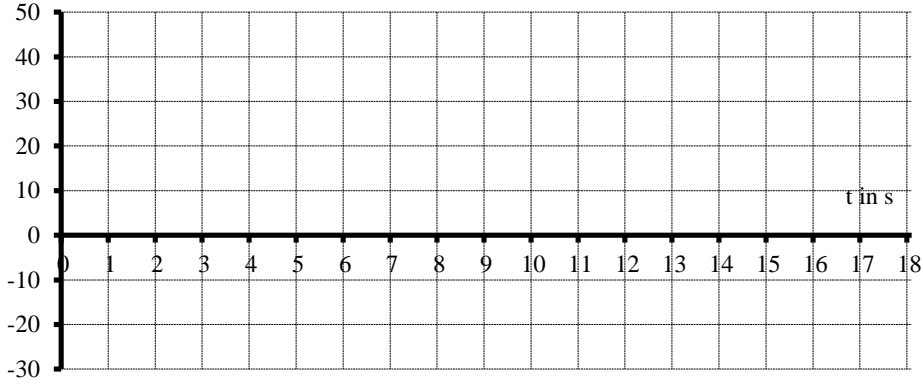
Leite das v-t-Diagramm durch graphische Differentiation aus dem x-t-Diagramm ab:



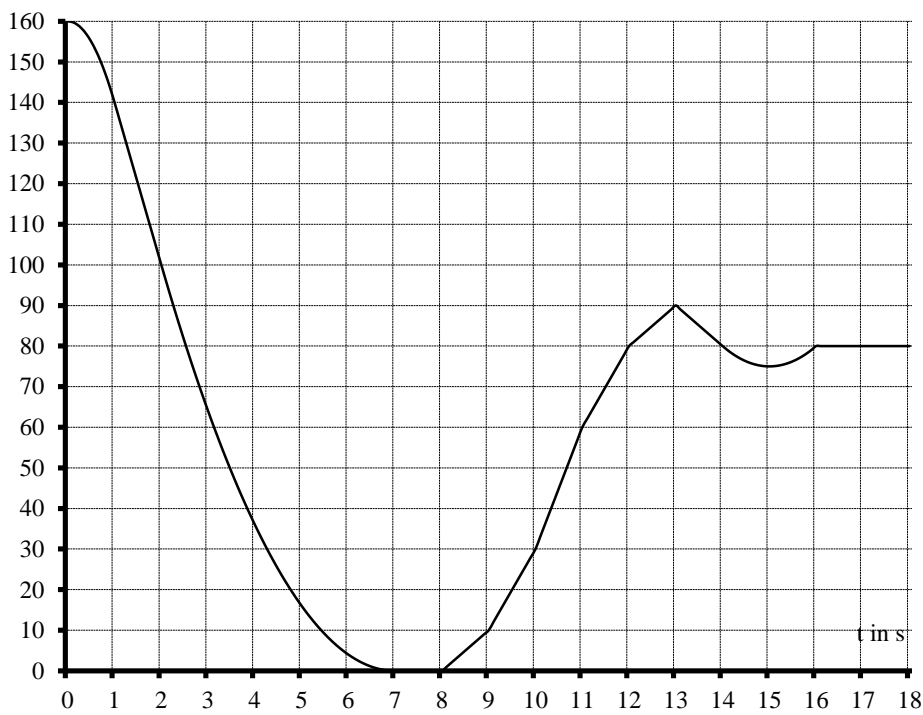
b) x in m

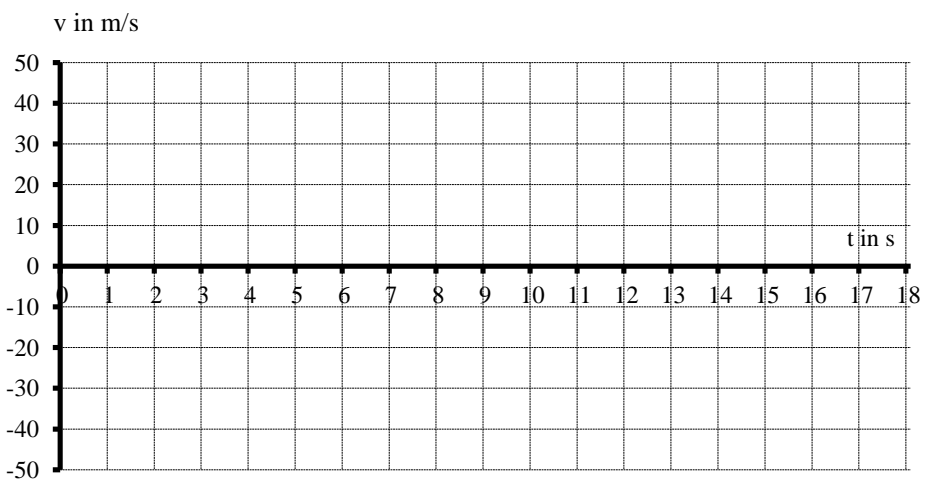
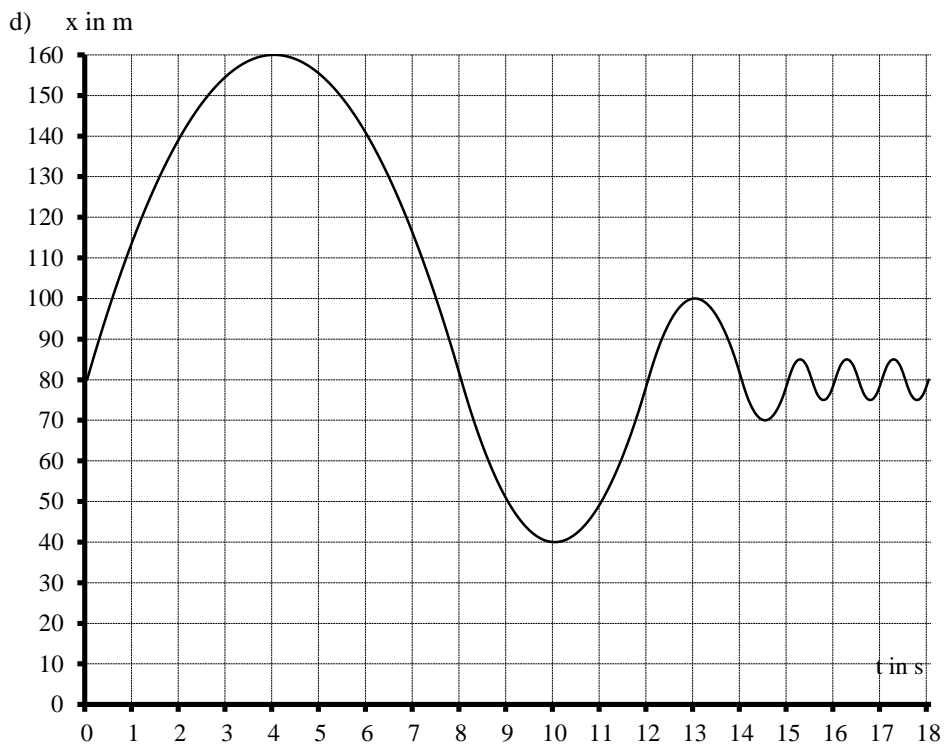
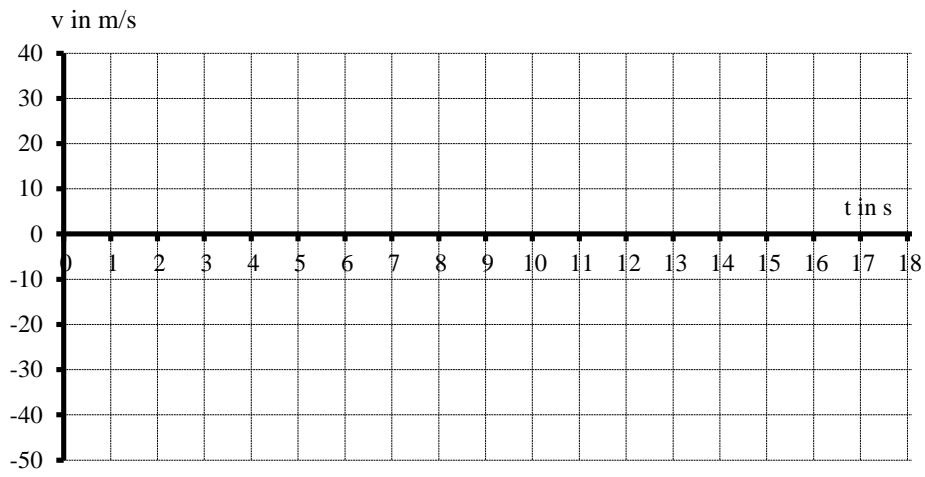


v in m/s



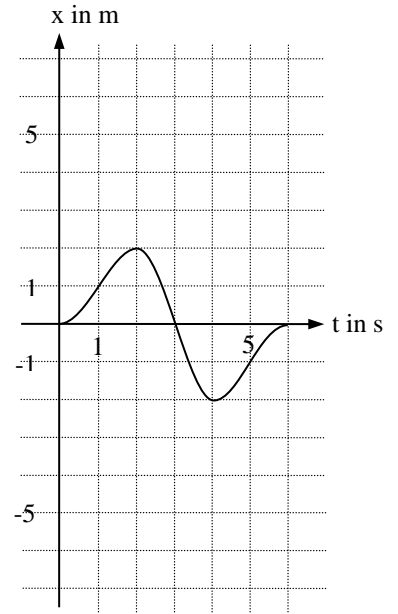
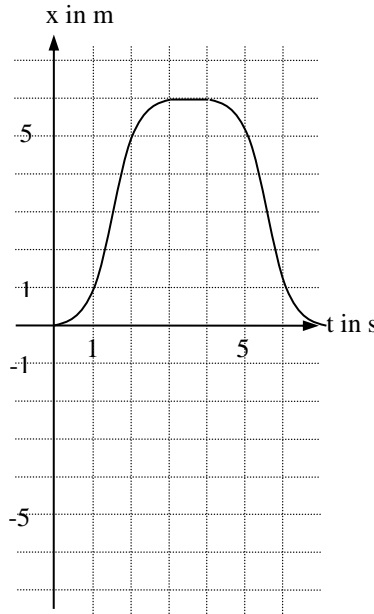
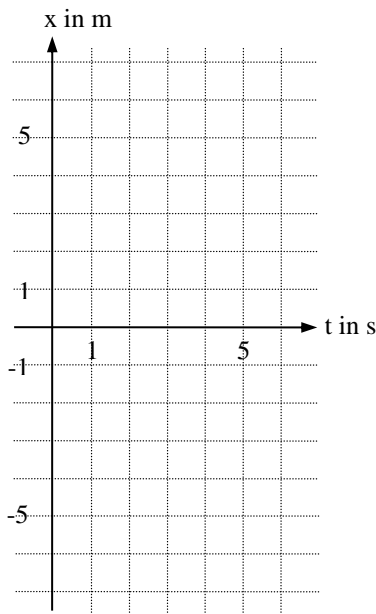
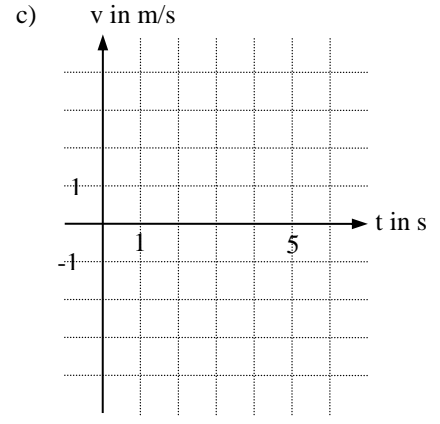
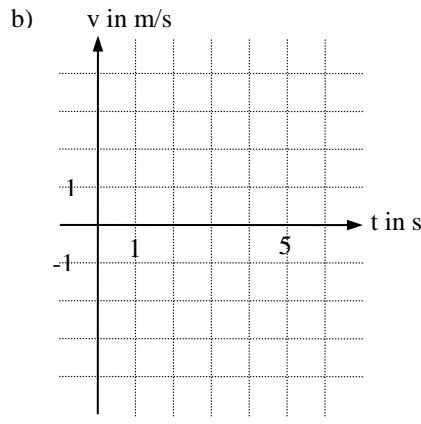
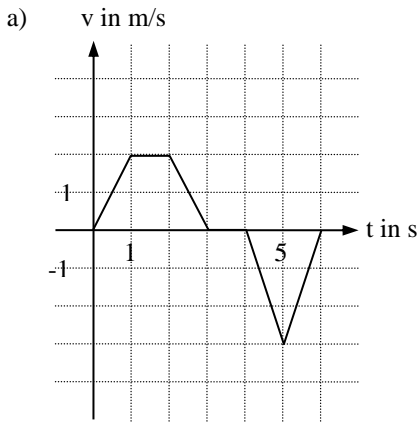
c) x in m





Aufgabe 11: Graphische Integration und Differentiation

Zeichne jeweils das fehlende Diagramm:



Aufgabe 12: Zusammengesetzte Bewegungen

100 m vor dem Ortsschild tritt ein 72 km/h schneller Autofahrer auf die Bremse und verzögert mit $-0,5 \text{ m/s}^2$.

- Formuliere die Ort-Zeit-Gleichung und bestimme die Zeit, die er bis zum Ortsschild benötigt.
- Formuliere die Geschwindigkeits-Zeit-Gleichung und berechne die Geschwindigkeit, die er beim Passieren des Ortsschildes hat.

Aufgabe 13: Zusammengesetzte Bewegungen

Ein 72 km/h schneller Autofahrer tritt zum Überholen aus Gaspedal und beschleunigt mit $0,8 \text{ m/s}^2$. Wie lange benötigt er, bis er 108 km/h schnell ist und welche Strecke hat er bis dahin zurückgelegt?

Aufgabe 14: Bremsvorgang

- 150 m vor dem unbeschränkten Bahnübergang sieht der Führer des 72 km/h schnellen Triebwagens den Kinderwagen auf den Gleisen und leitet die Notbremsung mit $-1,6 \text{ m/s}^2$ ein. Schafft er es? Zeichne das v-t-Diagramm.
- Felix fährt mit 54 km/h durch den dunklen Wald, als er plötzlich in 100 m Entfernung das Reh im Scheinwerferkegel bemerkt. Nach einer **Schrecksekunde** tritt er auf die Bremse und verzögert mit $-1,8 \text{ m/s}^2$. Schafft er es? Zeichne das v-t-Diagramm.

Aufgabe 15: Freier Fall

- Wie lange dauert ein Sprung vom Zehnmeterturm? Wie schnell taucht man ins Wasser ein?
- Bei einem Wasserfall im Gebirge beobachtete man eine Fallzeit von 2,2 Sekunden. Wie hoch ist der Wasserfall?
- Von einem 320 m hohen Fernsehturm fällt eine Schraube herunter. Wie lange fällt die Schraube und wie schnell kommt sie auf dem Erdboden an?

Aufgabe 16: Freier Fall

Auf dem Mond beträgt die Fallbeschleunigung bloß $g = 1,62 \text{ m/s}^2$.

- Aus dem Raumschiff löst sich eine Schraube und fällt 2,5 Sekunden lang bis zum Boden. In welcher Höhe war die Schraube angebracht?
- Welche Geschwindigkeit hat die Schraube beim Aufprall?
- Dem Astronauten fällt ein Schraubenschlüssel aus der Hand, die sich 81 cm über dem Boden befindet. Wie lange fällt der Schraubenschlüssel?

Aufgabe 17: Senkrechter Wurf

- Wie hoch und wie lange fliegt ein Stein, der mit 20 m/s senkrecht nach oben geworfen wurde?
- Mit welcher Geschwindigkeit wurde ein Lavabrocken ausgestoßen, der eine Höhe von 2 km über dem Vesuv erreichte? Zeichne ein v_y -t-Diagramm und ein y-t-Diagramm.
- Ein Ball befindet sich nach dem senkrechten Abwurf 6 Sekunden lang in der Luft. Wie schnell wurde er abgeworfen und welche Höhe hat er erreicht?
- Ein aus 21 m Höhe senkrecht nach oben geworfener Stein schlägt nach 7 Sekunden auf dem Erdboden auf. Mit welcher Geschwindigkeit wurde er abgeworfen und welche Höhe hat er erreicht? Zeichne ein v_y -t-Diagramm und ein y-t-Diagramm.

Aufgabe 18: Senkrechter Wurf

- Mit welcher Anfangsgeschwindigkeit muss ein Stein auf dem Mond ($g = 1,62 \text{ m/s}^2$) nach oben geworfen werden, damit er eine Höhe von 600 m erreicht?
- Wie lange ist der Stein unterwegs?

Aufgabe 19: Waagrechter Wurf

Von einem 40 m hohen Turm wird ein Tennisball mit 20 m/s in horizontaler Richtung abgeworfen. In welcher Entfernung und mit welcher Geschwindigkeit trifft er auf dem Boden auf? Zeichne die v_x -t-, v_y -t-, x-t-, y-t- und y-x-Diagramme.

Aufgabe 20: Waagrechter Wurf

Im Winter 1981/82 warf ein horizontal mit 720 km/h fliegender Flugzeug aus einer Höhe von 125 m eine Sprengladung in die gefrorene Weichsel, um das Eis aufzubrechen. Wie viel m vor dem Ziel muss die Sprengladung ausgeklinkt werden?

Aufgabe 21: Schiefer Wurf

Berechne jeweils Wurfweite, Wurfhöhe sowie Wurfzeit und zeichne die v_x -t-, v_y -t-, x-t-, y-t- und y-x-Diagramme:

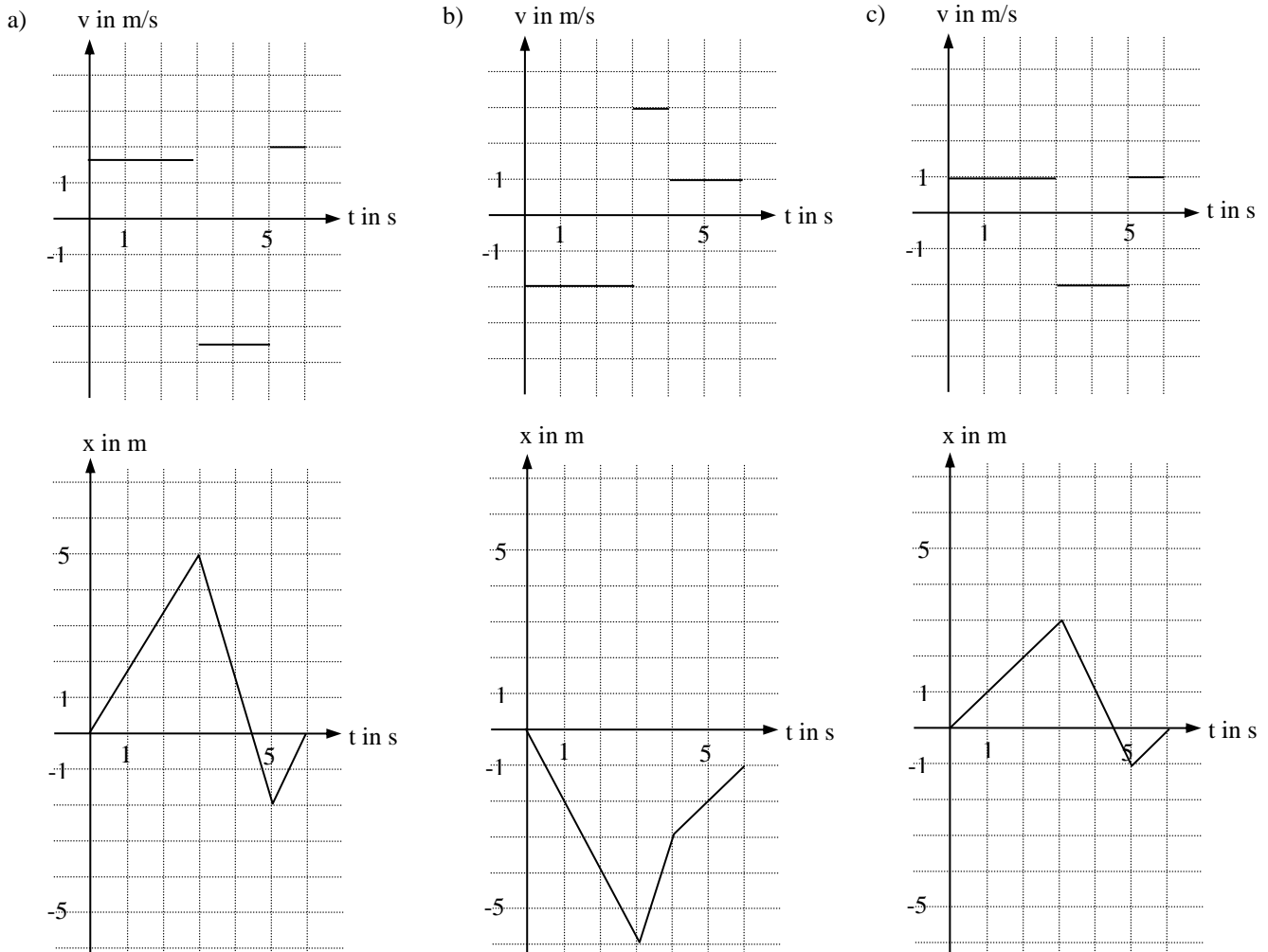
- Wurf eines Tennisballs im Winkel von 60° zur Horizontalen mit einer Abwurfgeschwindigkeit von 20 m/s
- Beim Einschlag eines Meteoriten werden Gesteinsbrocken mit 1000 m/s im Winkel von 45° ausgeschleudert.
- Abschuss einer Luftpistole mit einer Mündungsgeschwindigkeit von 80 m/s im Winkel von 10° zur Horizontalen

1.2. Lösungen zu den Aufgaben zur Kinematik

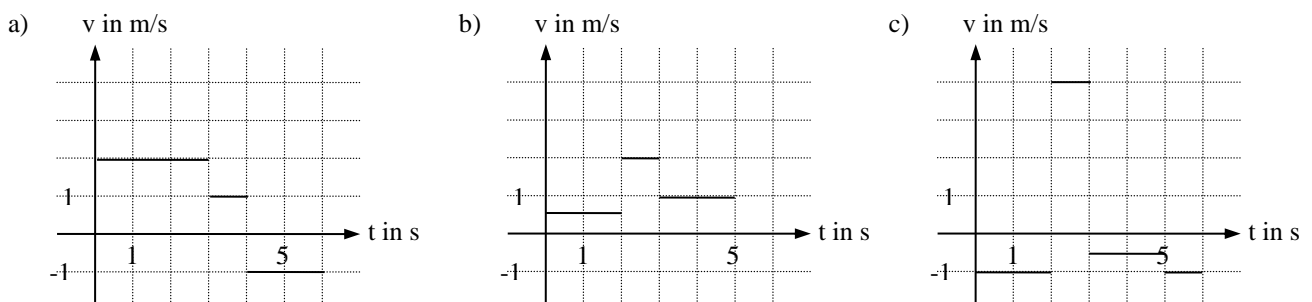
Aufgabe 1: Geschwindigkeit

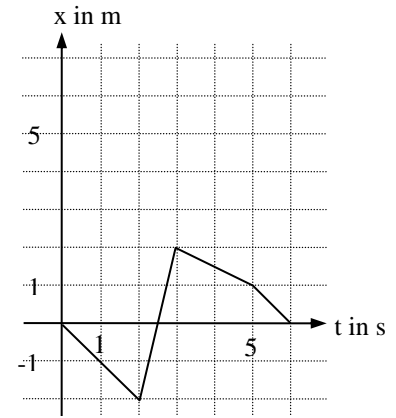
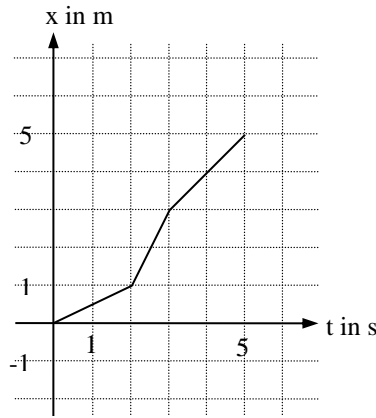
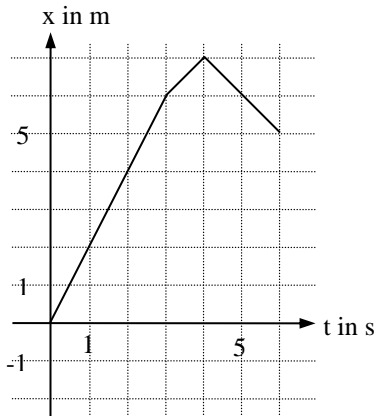
- a) $100 \text{ km/h} = 27,8 \text{ m/s}$ und $10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$
- b) Für die einfache Strecke Δs zum Meeresboden benötigt der Schall $\Delta t = 0,7 \text{ s}$. Das Meer ist also $\Delta s = c \cdot \Delta t = 1475 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,7 \text{ s} = 1032,5 \text{ m}$ tief.
- c) Sie benötigt $\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{142\,000\,000 \text{ m}}{47\,500 \text{ m/s}} \approx 2989,5 \text{ s} \approx 49 \text{ min } 49,5 \text{ s}$ für die Strecke.
- d) Es benötigt $\Delta t = \frac{\Delta s}{c} = \frac{150\,000\,000\,000 \text{ m}}{300\,000\,000 \text{ m/s}} = 500 \text{ s} \approx 8 \text{ min } 20 \text{ s}$ für die Strecke.
- e) 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 $300 \text{ m} + 200 \text{ m}$ gefahren und es folgt $\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{500 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} = 25 \text{ s}$.

Aufgabe 2: geradlinig gleichförmige Bewegung



Aufgabe 3: Geradlinig gleichförmige Bewegung





Aufgabe 4: Geradlinig-gleichförmige Bewegung

Alles in SI!

a) Die Ort-Zeit-Gleichungen sind

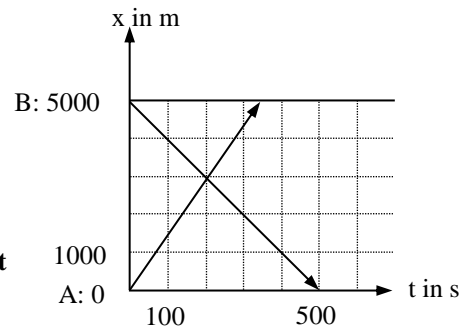
$$x_A(t) = 15 \cdot t \text{ und } x_B(t) = -10 \cdot t + 5000.$$

Gleichsetzen ergibt $x_A(t) = x_B(t) \Leftrightarrow 15t = -10t + 5000$

\Rightarrow **Treffzeit $t = 200 \text{ s} = 3 \text{ Minuten und } 20 \text{ Sekunden}$.**

Durch **Einsetzen** erhält man den

Treffpunkt $x_A(200) = x_B(200) = 3000 \text{ m} = 3 \text{ km}$ von A entfernt bzw. 2 km von B entfernt.



b) Die Ort-Zeit-Gleichungen sind

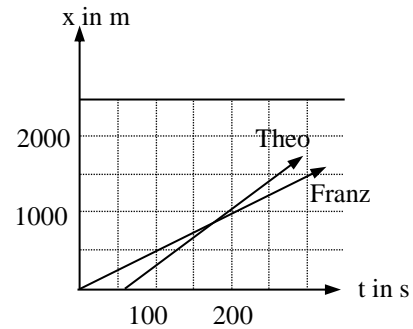
$$x_F(t) = 5 \cdot t \text{ und } x_T(t) = 7,5 \cdot (t - 60) = 7,5 \cdot t - 450.$$

Gleichsetzen ergibt $x_F(t) = x_T(t) \Leftrightarrow 5t = 7,5t - 450$

\Rightarrow **Treffzeit $t = 180 \text{ s} = 3 \text{ Minuten}$.**

Durch **Einsetzen** erhält man den

Treffpunkt $x_F(180) = x_T(180) = 900 \text{ m}$.



Aufgabe 5: Mittlere und momentane Geschwindigkeit

a)

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

$$\overline{v}_{[3;6]} = -\frac{2}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \overline{v}_{[8;9]} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\overline{v}_{[10;12]} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \overline{v}_{[14;16]} = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\overline{v}_{[15;17]} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \overline{v}_{[16;18]} = \frac{1}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b)

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

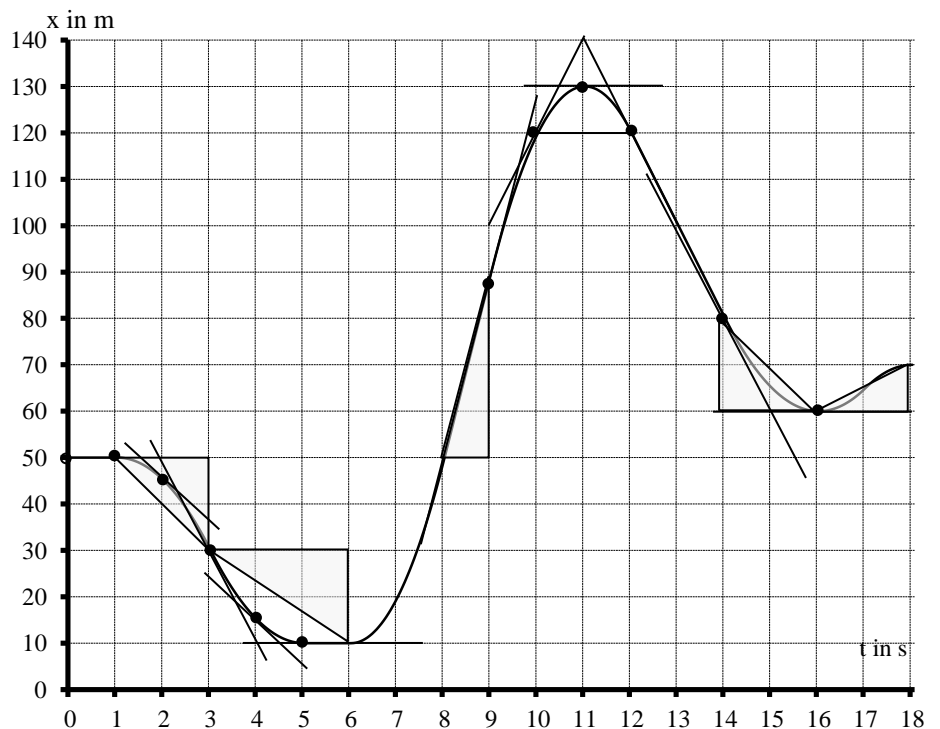
$$v(2) = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(3) = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v(4) = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(5) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v(9) = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(10) = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v(11) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(12) = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v(14) = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v(16) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



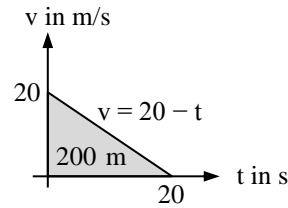
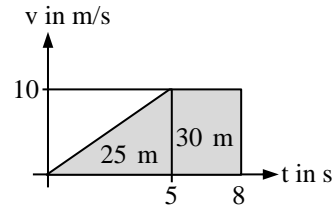
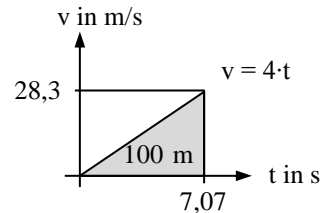
Aufgabe 6: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung (Alles in SI)

a) Aus $x_0 = \frac{1}{2}at_0^2 \Leftrightarrow 400 = \frac{1}{2}t_0^2$ folgt $t_0 = \sqrt{800} \approx 28,3$ s und die Geschwindigkeit $v_0 = a \cdot t_0 \approx 28,3$ m/s = 101,8 km/h. Aus $v_1 = a \cdot t_1 \Leftrightarrow 70 = 1 \cdot t_1$ folgt die Beschleunigungszeit $t_1 = \frac{v_1}{a} = 70$ s und der Weg $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = 2450$ m.

b) Aus $x = \frac{1}{2}at^2$ folgt die Beschleunigungsdauer $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{50}$ s $\approx 7,07$ s und die erreichte Geschwindigkeit $v = a \cdot t \approx 28,3$ m/s = 101,8 km/h

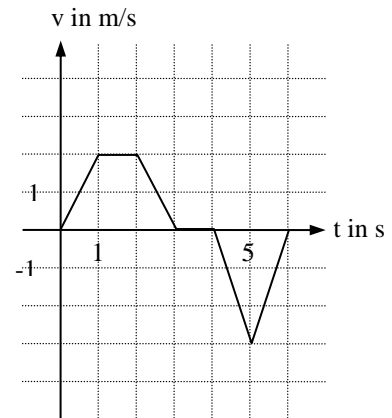
c) In der $t_1 = 5$ Sekunden währenden Beschleunigungsphase legt das Fahrzeug die Strecke $\Delta x = \frac{1}{2}at_1^2 = 25$ m zurück und erreicht eine Geschwindigkeit von $v = a \cdot t_1 = 10$ m/s = 36 km/h. In den folgenden $t_2 = 3$ Sekunden legt es eine Strecke von $v \cdot t = 30$ m zurück.

d) Aus $0 = a \cdot t_0 + v_0$ erhält man die Bremszeit $t_0 = -\frac{v_0}{a} = 20$ s und den Bremsweg $x = \frac{1}{2}at_0^2 + v_0 \cdot t_0 = -\frac{v_0^2}{2a} = 200$ m

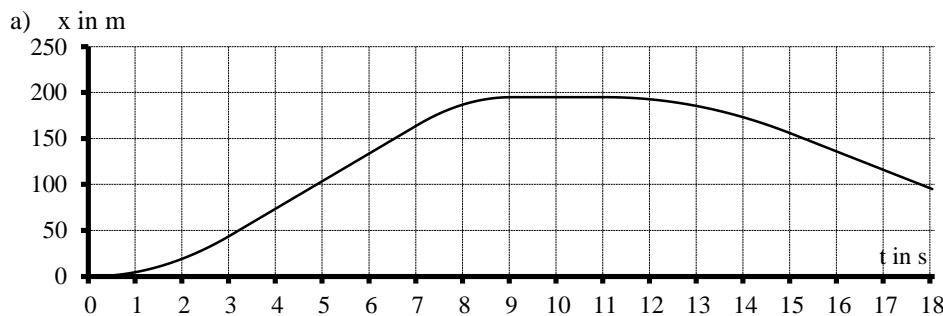


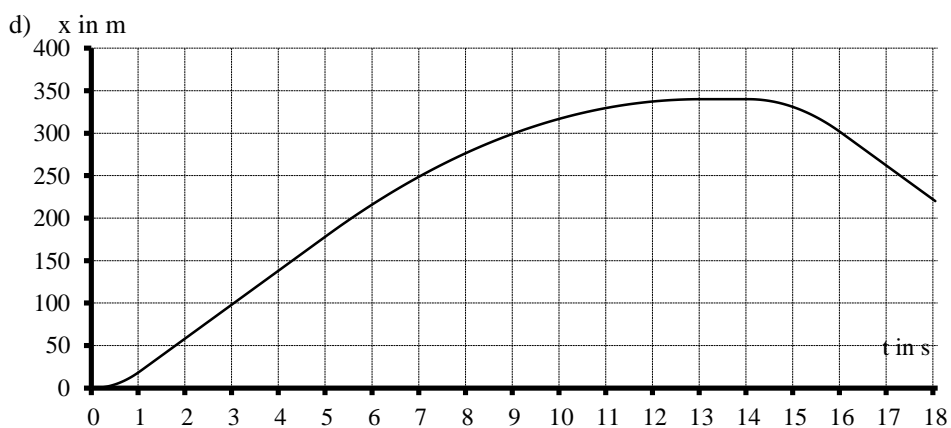
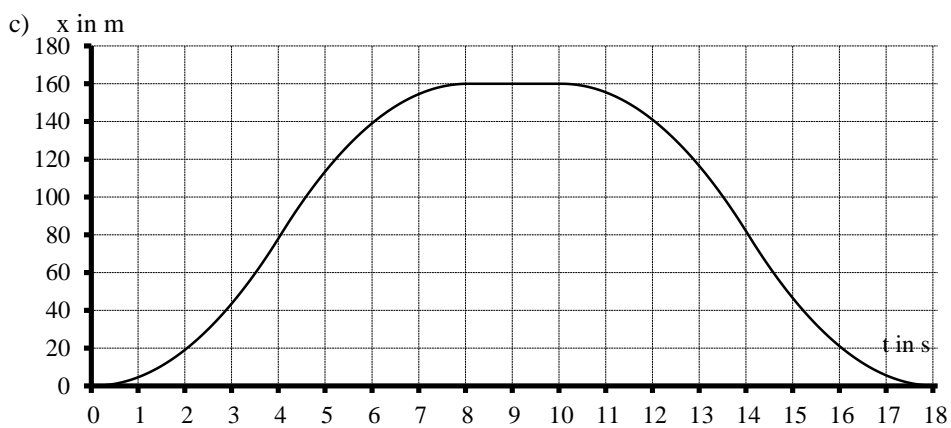
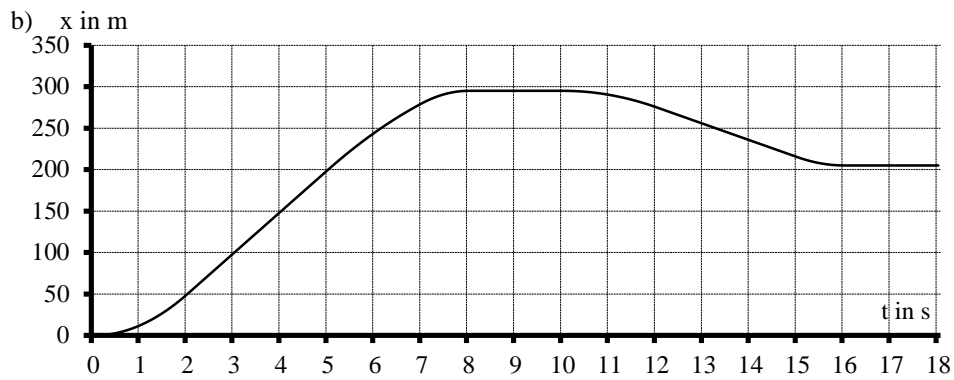
Aufgabe 7: Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme zusammengesetzter Bewegungen

Abschnitt	Bewegungsart	Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit
[0 s; 1 s]	gleichm. Beschleunigung vorwärts	$a = 2 \frac{m}{s^2}$
[1 s; 2 s]	konstante Geschwindigkeit vorwärts	$v = 2 \frac{m}{s}$
[2 s; 3 s]	gleichm. Verzögerung aus Vorwärtsbewegung	$a = -2 \frac{m}{s^2}$
[3 s; 4 s]	Ruhe	$v = 0$
[4 s; 5 s]	gleichm. Beschleunigung rückwärts	$a = -3 \frac{m}{s^2}$
[5 s; 6 s]	gleichm. Verzögerung aus Rückwärtsbewegung	$a = 3 \frac{m}{s^2}$

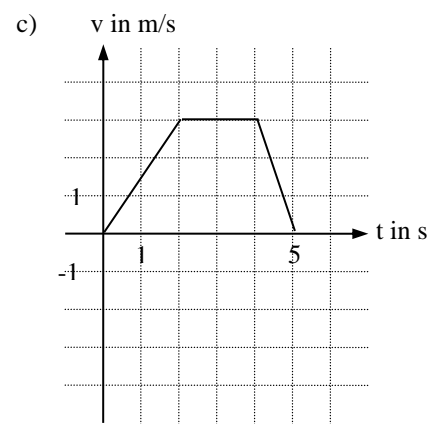
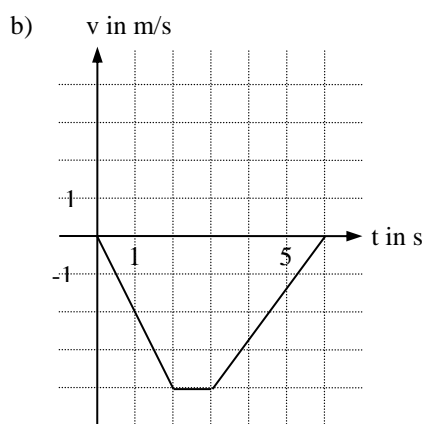
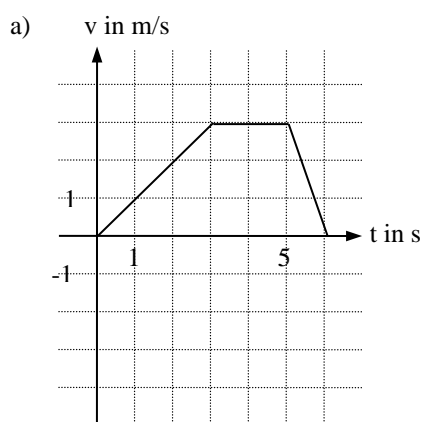


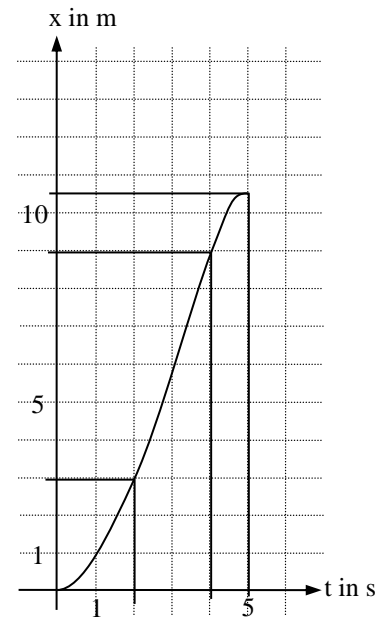
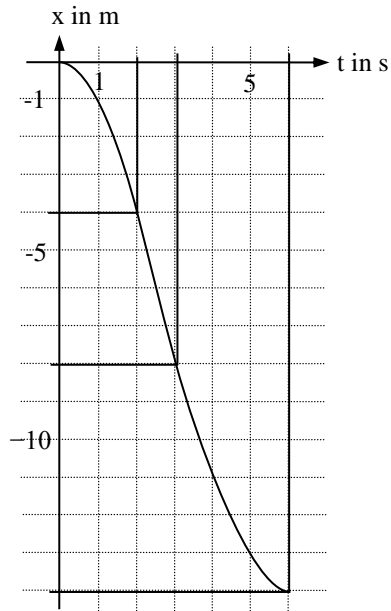
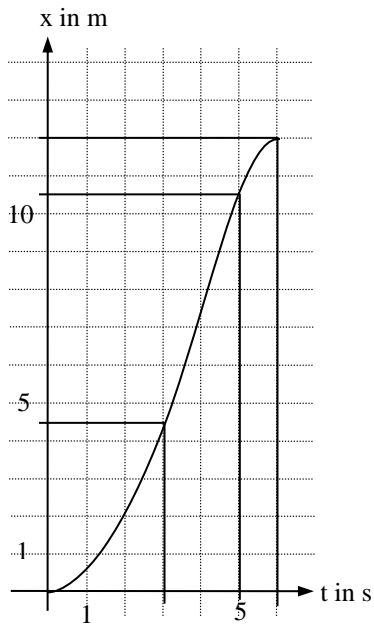
Aufgabe 8: Graphische Integration





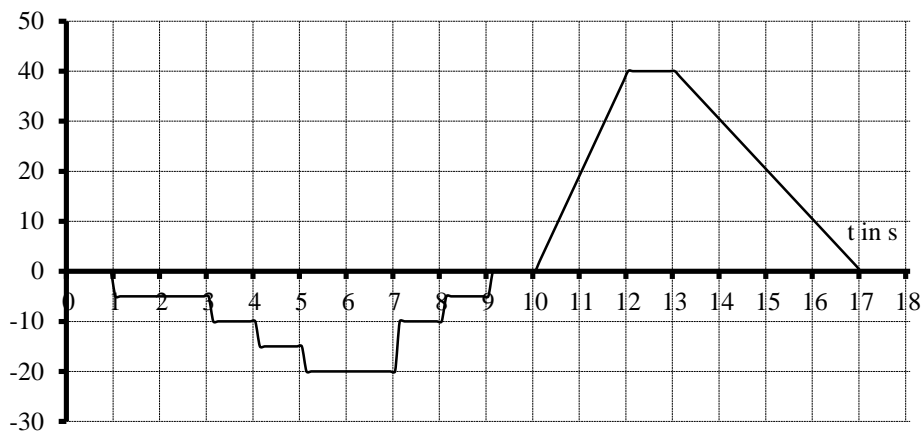
Aufgabe 9: Graphische Integration



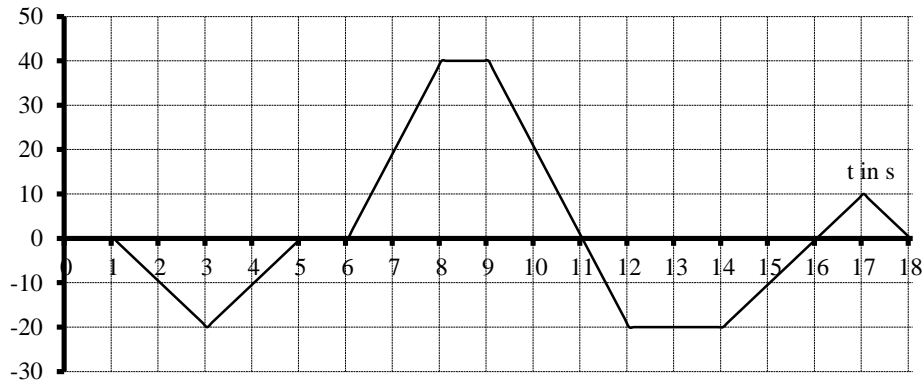


Aufgabe 10: Graphische Differentiation

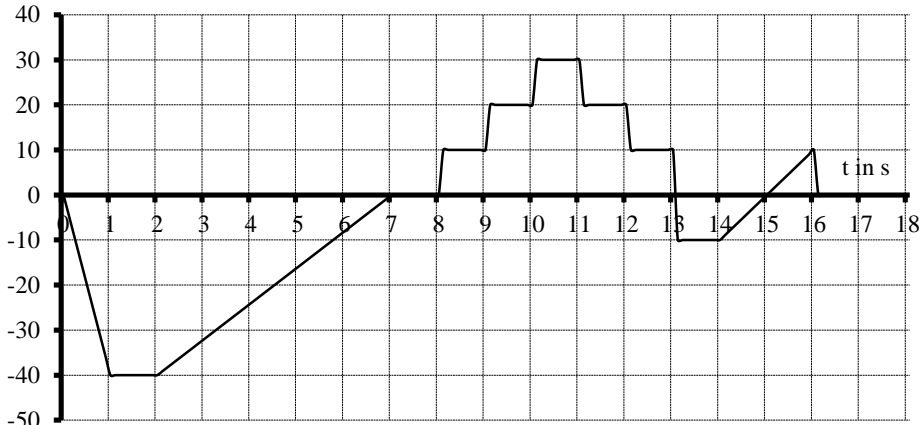
a) v in m/s



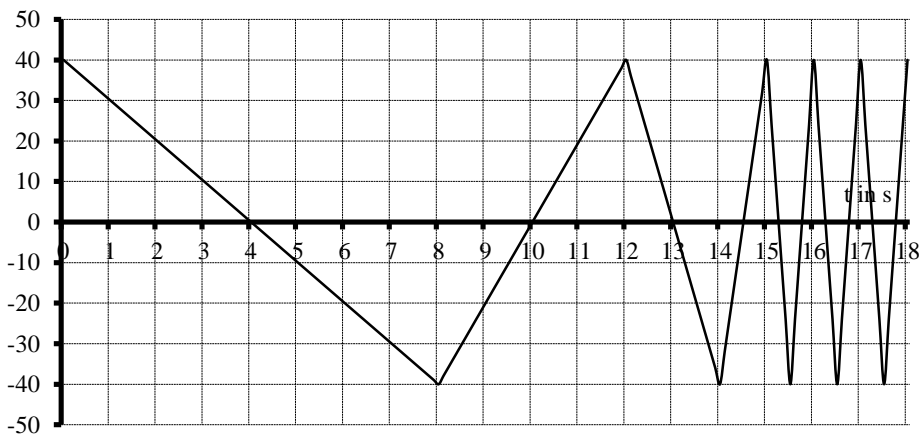
b) v in m/s



c) v in m/s

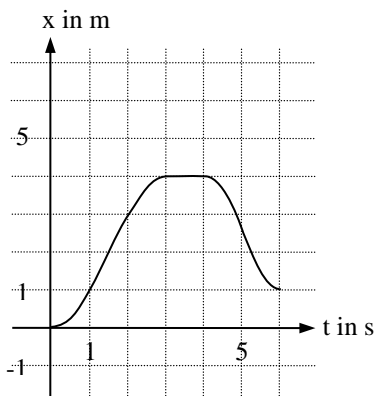
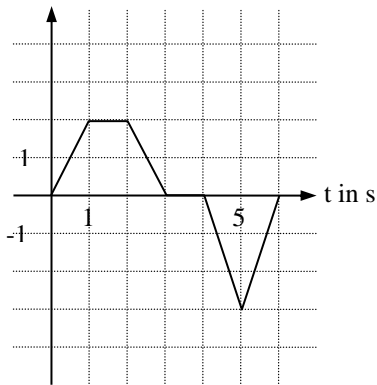


d) v in m/s

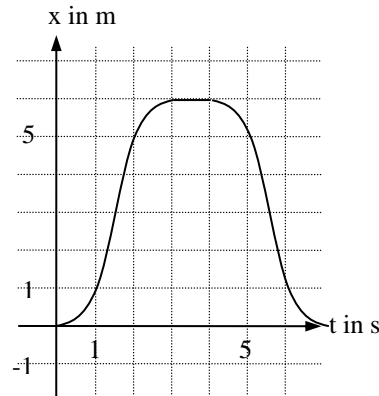
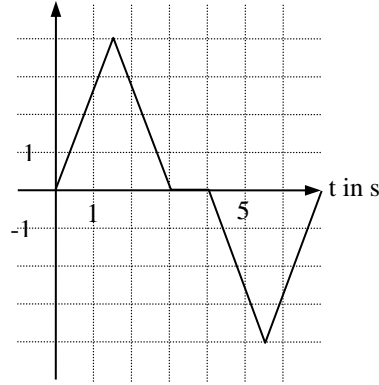


Aufgabe 11: Graphische Integration und Differentiation

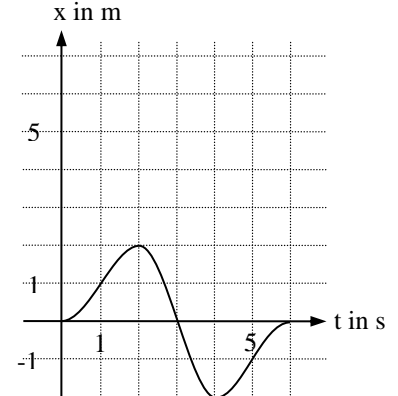
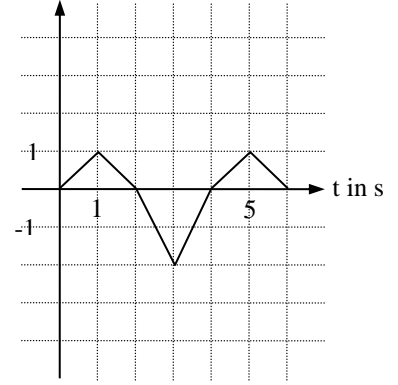
a) v in m/s



b) v in m/s



c) v in m/s



Aufgabe 12: Zusammengesetzte Bewegungen Alles in SI!

- a) $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 \cdot t + x_0 = -0,25 \cdot t^2 + 20 \cdot t - 100$. Am Ortsschild ist $x = 0 \Leftrightarrow 0 = t^2 - 80t + 400 \Rightarrow t = 40 \pm 20\sqrt{3}$. Er erreicht das Ortsschild nach $t_1 = 40 - 20\sqrt{3} \text{ s} \approx 5,4 \text{ s}$. (Zur Zeit $t_2 = 40 + 20\sqrt{3}$ würde er es ein zweites Mal passieren, wenn er die negative Beschleunigung beibehält und anfängt, rückwärts zu fahren.)
- b) $v_x(t) = a \cdot t + v_0 = -0,5t + 20$. Er hat am Ortsschild die Geschwindigkeit $v(t_1) = 17,3 \text{ m/s} = 62,4 \text{ km/h}$

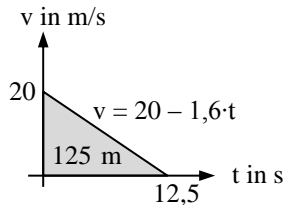
Aufgabe 13: Zusammengesetzte Bewegungen

Alles in SI: $v(t) = a \cdot t + v_0 = 0,8 \cdot t + 20$. Aus $v(t_0) = 30$ folgt $t = 12,5 \text{ s}$.

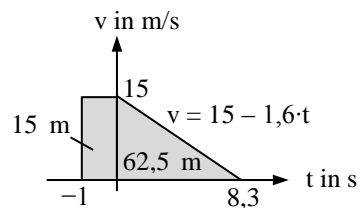
Die in dieser Zeitspanne zurückgelegte Strecke ist $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 \cdot t = t^2 + 20t = 312,5 \text{ m}$.

Aufgabe 14: Bremsvorgang

- a) Bremszeit $t_0 = -\frac{v_0}{a} = 12,5 \text{ s}$
 \Rightarrow Bremsweg $x(t_0) = \frac{1}{2}a \cdot t_0^2 + v_0 \cdot t = 125 \text{ m}$.
- b) Während der Schrecksekunde fährt Felix noch $x_0 = v_0 \cdot t = 15 \text{ m}$, so dass noch 85 m bis zum Reh bleiben.



- Bremszeit $t_0 = -\frac{v_0}{a} = 8,3 \text{ s}$.
 \Rightarrow Bremsweg $x(t_0) = \frac{1}{2}a \cdot t_0^2 + v_0 \cdot t = 62,5 \text{ m}$.
 Er bleibt 22,5 m vor dem Reh stehen.



Aufgabe 15: Freier Fall (Ergebnisse für $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) Fallzeit $t_0 = \sqrt{\frac{2y_0}{g}} \approx 1,4 \text{ s}$ und Fallgeschwindigkeit $v_{y0} = g \cdot t_0 \approx 14 \text{ m/s} \approx 51 \text{ km/h}$
- b) Fallhöhe $y_0 = \frac{1}{2}gt_0^2 \approx 24,2 \text{ m}$
- c) Fallzeit $t_0 = \sqrt{\frac{2y_0}{g}} \approx 8 \text{ s}$ und Fallgeschwindigkeit $v_{y0} = g \cdot t_0 \approx 80 \text{ m/s} \approx 288 \text{ km/h}$

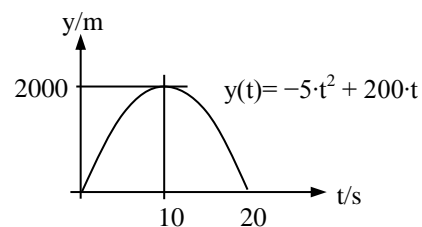
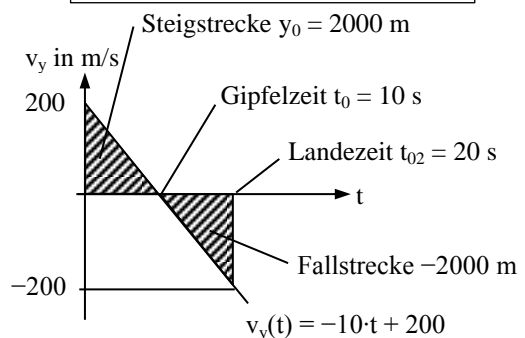
Aufgabe 16: Freier Fall

- a) Fallhöhe $y_0 = \frac{1}{2}gt_0^2 \approx 5,1 \text{ m}$
- b) Fallgeschwindigkeit $v_{y0} = g \cdot t_0 \approx 4 \text{ m/s}$
- c) Fallzeit $t_0 = \sqrt{\frac{2y_0}{g}} \approx 1 \text{ s}$

Aufgabe 17: Senkrechter Wurf (Ergebnisse für $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) Flugdauer $t_{02} = \frac{2v_{y0}}{g} = 4 \text{ s}$ und Flughöhe $y_0 = \frac{v_{y0}^2}{2g} = 20 \text{ m}$
- b) Startgeschwindigkeit $v_{y0} = \sqrt{2 \cdot g \cdot y_0} \approx 20 \text{ m/s} = 720 \text{ km/h}$
- c) Startgeschwindigkeit $v_{y0} = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_{02} = 30 \text{ m/s}$,
 Gipfelzeit $t_{01} = 3 \text{ s}$ und Wurfhöhe $y_0 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_{01}^2 = 45 \text{ m}$.

Diagramme zu 14 b) (Alles in SI)



d) Ort-Zeit-Gleichung (Alles in SI!):

$$y(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_{y0} \cdot t + y_0 = -5t^2 + v_{y0} \cdot t + 21.$$

Aus $y(7) = 0$ folgt $v_{y0} = 32$ m/s.

$$v_y(t) = a \cdot t + v_{y0} = -10t + 32 \text{ mit } v_y(7) = -38 \text{ m/s}$$

Aus $v_y(t_{01}) = 0$ folgt $t_{01} = 3,2$ s

Flughöhe $y(t_{01}) = 72,2$ m

Aufgabe 18: Senkrechter Wurf

a) Startgeschwindigkeit $v_{y0} = \sqrt{2 \cdot g \cdot y_0} = 18$ m/s

b) Flugdauer $t_{02} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2y_0}{g}} \approx 22,2$ s

Aufgabe 19: Waagrechter Wurf (Ergebnisse für $g = 10$ m/s²)

Vertikalbewegung: Freier Fall aus der Höhe $y_0 = 40$ m:

$$\Rightarrow \text{Flugdauer } t_0 = \sqrt{\frac{2y_0}{g}} = 2\sqrt{2} \text{ s} \approx 2,8 \text{ s}$$

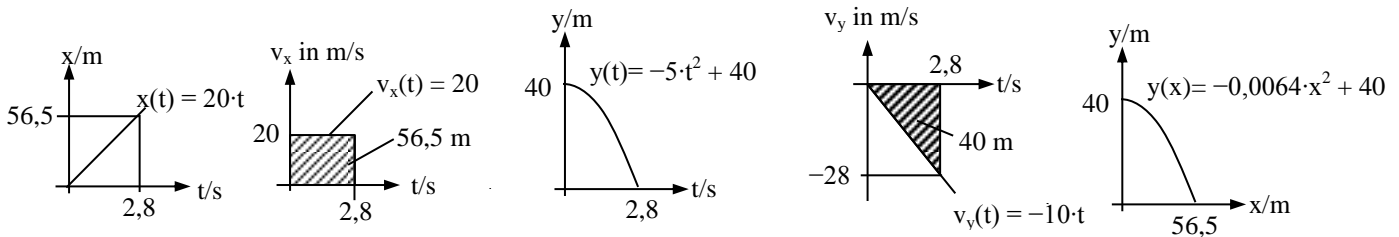
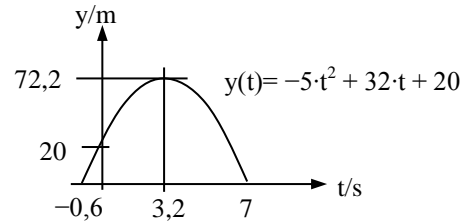
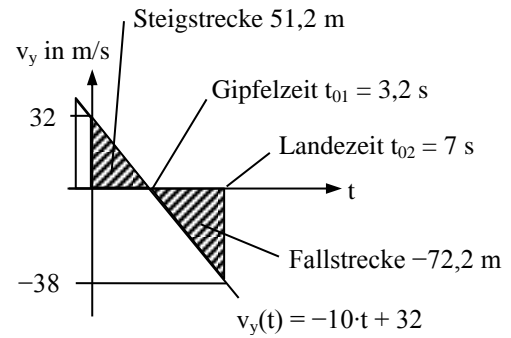
\Rightarrow Vertikalgeschwindigkeit $v_y(t_0) = -g \cdot t_0 \approx -28$ m/s

Horizontalbewegung: geradlinig gleichförmige Bewegung mit $v_{x0} = 20$ m/s

$$\Rightarrow \text{Flugweite } x(t_0) = v_{x0} \cdot t_0 \approx 56,5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{Aufprallgeschwindigkeit } v = \sqrt{(v_x(t_0))^2 + (v_y(t_0))^2} = 20\sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Diagramme zu 17 d) (Alles in SI)



Aufgabe 20: Waagrechter Wurf

Vertikalbewegung: Freier Fall aus 125 m Höhe: $y(t) = -5t^2 + 125$. Aus $y(t_0) = 0$ ergibt sich die Flugdauer $t_0 = 5$ s.

Horizontalbewegung geradlinig gleichförmige Bewegung mit 200 m/s: $x(t) = 200 \cdot t$.

Durch Einsetzen erhält man die Wurfweite $x_0 = x(t_0) = 1000$ m \Rightarrow Abwurf 1 km vor dem Ziel!

Aufgabe 21: Schiefer Wurf

Teil	a)	b)	c)
Flugdauer $t_{02} = \frac{2 \cdot \sin(\alpha) \cdot v_0}{g}$	$2\sqrt{3} \text{ s} \approx 3,5 \text{ s}$	$100\sqrt{2} \text{ s} \approx 141,2 \text{ s}$	1,4 s
Wurfweite $x_{02} = \frac{2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \cdot v_0^2}{g}$	$20\sqrt{3} \text{ m} \approx 34,6 \text{ m}$	100 km	218,9 m
Wurfhöhe $y_0 = \frac{(\sin(\alpha) \cdot v_0)^2}{2 \cdot g}$	15 m	25 km	9,6 m

Diagramme für a):

