Kinematik

75 Aufgaben mit ausführlichen Lösungen, darunter zwei Probeprüfungen





Welches Diagramm beschreibt die Bewegung?

> *Achilles rennt der Schildkröte nach. Kommt er dort an, wo sie war, ist sie schon ein Stück weiter. Holt er sie je ein?*
>
> NACH ZENON VON ELEA · UM 450 V. CHR.

Matura · Vorkurs · Passerelle
mit Lösungsteil

Physikstube
Physik mit Dominic Tschan

AUFGABENSAMMLUNG KINEMATIK

So arbeitest du mit diesem Band

Die Aufgaben sind nach Themen geordnet und innerhalb eines Teils nach Schwierigkeit. Du musst nicht alle rechnen, aber die Grundaufgaben ohne Stern solltest du sicher beherrschen. Die Theorie steht im Lehrmittel; zu Beginn eines Teils findest du den Verweis dorthin und die passenden Rezepte, mit Seite. Wo mein Kopf steht, sage ich etwas aus dem Unterricht.

Die Sterne

ohne	**Grundaufgabe.** Direktes Einsetzen, ein Rechenschritt. Das ist Prüfungsstoff, diese Aufgaben musst du können.
★	**Anspruchsvoller.** Zwei Schritte, oder du musst eine Formel zuerst umstellen. Kommt an Prüfungen als mittlere Aufgabe vor.
★★	**Knacknuss.** Für Zusatzpunkte. Hier steckt eine Idee dahinter, nicht nur eine Formel.

Die vorbereiteten Diagramme

Wo du etwas einzeichnen sollst, ist das Koordinatensystem schon da: Achsen beschriftet, Gitter fein genug zum Ablesen. Bei den Aufgaben «s-t wird v-t» stehen zwei Felder **untereinander** mit **derselben Zeitachse**. Die feinen senkrechten Punktlinien zwischen den Feldern zeigen dir, welche Stelle oben zu welcher Stelle unten gehört.

Tipp: Zeichne mit Bleistift und Lineal. Wer die Achsen zuerst beschriftet, macht deutlich weniger Fehler.

Die Lösungen

Ab Seite 42 steht zu jeder Aufgabe der *ganze* Rechenweg, nicht nur das Ergebnis: gegeben, gesucht, Formel, einsetzen, Plausibilitätscheck. Bei den Diagrammaufgaben ist die Musterlösung grün eingezeichnet.

DER WICHTIGSTE RAT VORWEG

Fang nie mit der Formelsuche an.

Fang mit einer Skizze an: Welches Diagramm beschreibt die Bewegung? Was ist gegeben, was gesucht? Erst dann die Formel. Wer diesen Reflex hat, löst auch Aufgaben, die er noch nie gesehen hat.

INHALT

Sieben Teile, ein Diagramm

1 Gleichförmige Bewegung 4
Konstante Geschwindigkeit: umrechnen, einsetzen, umstellen, und zwei Objekte in einem Diagramm.

2 Diagramme lesen und umzeichnen 10
Vom *s*-*t*- zum *v*-*t*-Diagramm und zurück, der wichtigste Teil dieses Bandes.

3 Gleichmässig beschleunigte Bewegung 19
Erst ohne, dann mit Anfangsgeschwindigkeit, und die Frage, welche Formel wann passt.

4 Der freie Fall 24
Ein Spezialfall der beschleunigten Bewegung, mit einer Beschleunigung, die man nicht suchen muss.

5 Der senkrechte Wurf nach oben 28
Dieselbe Beschleunigung, nur ein Vorzeichen anders, und trotzdem der Teil, an dem die meisten hängen.

6 Verstehen statt rechnen 32
Ankreuzen, Fehler suchen, schätzen, die Aufgabentypen, bei denen ein Taschenrechner nichts nützt.

7 Prüfungstraining 36
Zwei vollständige Probeprüfungen im Format der echten Prüfung, gleiche Aufgabentypen, gleiche Punktzahl, gleiche Länge.

Lösungen

L Ausführliche Lösungen 42

TEIL 1

Gleichförmige Bewegung

Konstante Geschwindigkeit: umrechnen, einsetzen, umstellen, und zwei Objekte in einem Diagramm.

Passende Rezepte im Skript Klemmt eine Aufgabe, lies zuerst das Rezept nach.

REZEPT 2 Zwischen km/h und m/s umrechnen S. 13

REZEPT 3 Ort oder Zeit aus der Ortsfunktion S. 14

REZEPT 4 Begegnung und Einholen S. 15



MUHTONS KNIFF

Das Paar 36 und 10

Von $\mathrm{km/h}$ nach $\mathrm{m/s}$ teilst du durch 3,6, zurück multiplizierst du. Wer nicht mehr weiss, in welche Richtung, prüft an einem Paar, das man sich leicht merkt: $36\,\mathrm{km/h}$ sind genau $10\,\mathrm{m/s}$. Kommt bei dir aus $36\,\mathrm{km/h}$ etwas anderes als 10 heraus, hast du falsch herum gerechnet.

Im Skript: Kapitel 1. Die Ortsfunktion steht dort im Merksatz auf Seite 13.

Alles in diesem Teil lebt von einer einzigen Formel und ihren drei Umstellungen:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}, \qquad \Delta s = v \cdot \Delta t, \qquad \Delta t = \frac{\Delta s}{v}.$$

Und von der Ortsfunktion $s(t) = v \cdot t + s_0$, sobald zwei Objekte im Spiel sind.

A 1.1 Einheiten, die Pflichtübung

Rechenweg S. 42

Faustregel: km/h in m/s: durch 3,6 teilen. m/s in km/h: mal 3,6.

Rechne um. Schreibe jedes Mal den Rechenweg hin, auch wenn du es im Kopf kannst, an der Prüfung zählt der Weg.

a) $54\,\mathrm{km/h}$ in $\mathrm{m/s}$

b) $126\,\mathrm{km/h}$ in $\mathrm{m/s}$

c) $4{,}0\,\mathrm{m/s}$ in $\mathrm{km/h}$

d) $0{,}75\,\mathrm{m/s}$ in $\mathrm{km/h}$

e) $18\,\mathrm{cm/s}$ in $\mathrm{m/s}$ und in $\mathrm{km/h}$

f) $2{,}5\,\mathrm{km/min}$ in $\mathrm{m/s}$

A 1.2 Brieftaube

Rechenweg S. 42

Eine Brieftaube fliegt mit konstant $80\,\mathrm{km/h}$. Sie wird in Locarno losgelassen und kehrt zu ihrem Schlag in Zürich zurück, der $180\,\mathrm{km}$ Luftlinie entfernt liegt.

a) Gib die Geschwindigkeit in $\mathrm{m/s}$ an.

b) Wie lange dauert der Heimflug? Gib das Ergebnis in Stunden und Minuten an.

A 1.3 SBB-Intercity

Rechenweg S. 42

Ein Intercity fährt mit konstant $200\,\mathrm{km/h}$ über das Mittelland.

a) Gib die Geschwindigkeit in $\mathrm{m/s}$ an.

b) Welche Strecke legt er in $1\,\mathrm{h}$ und $15\,\mathrm{min}$ zurück?

c) Wie lange braucht er von Bern nach Zürich ($125\,\mathrm{km}$), wenn er die ganze Zeit dieses Tempo halten könnte?

A 1.4 Gepard auf der Jagd

Rechenweg S. 42

Ein Gepard rennt einer Antilope mit konstant $108\,\mathrm{km/h}$ nach.

a) Gib seine Geschwindigkeit in $\mathrm{m/s}$ an.

b) Wie weit kommt er in $8{,}0\,\mathrm{s}$?

c) Ein Gepard hält dieses Tempo höchstens $20\,\mathrm{s}$ durch. Wie weit kommt er in dieser Zeit?

A 1.5 Wespe um den Kopf

Rechenweg S. 42

Eine Wespe umkreist deinen Kopf mit konstant $4{,}5\,\mathrm{km/h}$.

a) Gib ihre Geschwindigkeit in $\mathrm{m/s}$ an.

b) Welche Strecke legt sie in $2{,}0\,\mathrm{min}$ zurück?

A 1.6 Der Mond auf seiner Bahn

Rechenweg S. 42

Tipp: Die zurückgelegte Strecke ist nicht der Radius, sondern der *Umfang* der Bahn: $u = 2\pi r$.

Der Mond läuft auf einer nahezu kreisförmigen Bahn mit dem mittleren Radius $384\,400\,\mathrm{km}$ um die Erde und braucht für einen Umlauf rund 27 Tage.

a) Wie lang ist seine Bahn?

b) Mit welcher mittleren Bahngeschwindigkeit umkreist er die Erde? Gib das Ergebnis in $\mathrm{km/s}$ an.

A 1.7 ★ Satellit

Rechenweg S. 42

Ein Satellit umkreist die Erde auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r = 6700\,\mathrm{km}$. Ein Umlauf dauert $90{,}93\,\mathrm{min}$. Berechne seine Bahngeschwindigkeit in $\mathrm{km/s}$ und in $\mathrm{km/h}$.

Diese Aufgabe stammt aus einer früheren Prüfung. Solche «Kreisbahn-Aufgaben» kommen in Kinematikprüfungen regelmässig vor. Sie prüfen genau eine Sache: Merkst du, dass die gesuchte Strecke der Umfang ist?

A 1.8 ★ Echolot auf dem Vierwaldstättersee

Rechenweg S. 42

Von einem Forschungsschiff wird ein kurzes Schallsignal senkrecht nach unten ausgesandt. Das Echo trifft $0{,}30\,\mathrm{s}$ später wieder am Schiffsrumpf ein. Die Schallgeschwindigkeit im Wasser beträgt $1440\,\mathrm{m/s}$. Wie tief ist der See an dieser Stelle?

A 1.9 ★★ Zur Schule und zurück

Rechenweg S. 42

Achtung: Der Durchschnitt zweier Geschwindigkeiten ist *nicht* der Mittelwert der beiden Zahlen. Erst die Zeiten addieren!

Du fährst mit dem Velo zur Schule. Die Strecke beträgt $6{,}0\,\mathrm{km}$. Auf dem Hinweg schaffst du im Mittel $24\,\mathrm{km/h}$, auf dem Heimweg (es geht leicht bergauf) nur $12\,\mathrm{km/h}$.

a) Wie gross ist die Durchschnittsgeschwindigkeit für die *ganze* Fahrt?

b) Warum sind es nicht $18\,\mathrm{km/h}$? Erkläre in einem Satz.

Zwei Objekte in einem Diagramm

Ab hier gilt immer dasselbe Rezept: Nullpunkt und positive Richtung festlegen → für jedes Objekt eine Ortsfunktion $s(t) = v\,t + s_0$ aufstellen → gleichsetzen.

A 1.10 Läuferin und Wanderer

Rechenweg S. 42

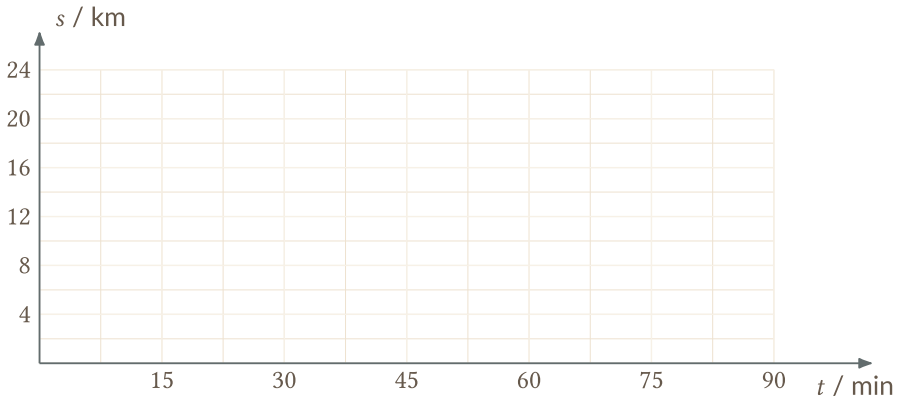
Formel: $s(t) = v\,t + s_0$. Wer sich in die negative Richtung bewegt, bekommt ein negatives v.

Die Orte A und B sind $24\,\mathrm{km}$ voneinander entfernt. Um $0\,\mathrm{min}$ startet in A eine Läuferin mit konstant $18\,\mathrm{km/h}$ Richtung B; gleichzeitig startet in B ein Wanderer mit $6\,\mathrm{km/h}$ Richtung A. Der Nullpunkt liegt in A, die positive Richtung zeigt von A nach B.

a) Stelle die beiden Ortsfunktionen auf (Zeit in Minuten, Ort in Kilometern).

b) Zeichne beide Bewegungen in das vorbereitete Diagramm ein.

c) Wann und wo treffen sie sich? Rechne nach.



A 1.11 Zwei Autos auf der Autobahn

Rechenweg S. 42

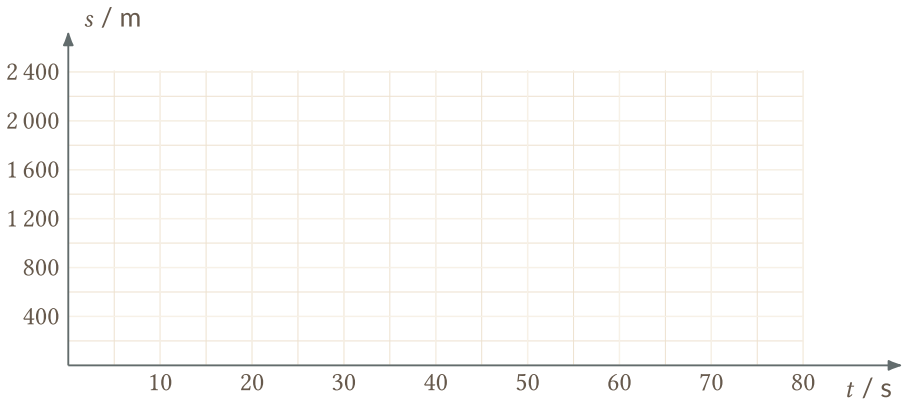
Auto B passiert zur Zeit $t = 0$ den Ort $s = 0$ und fährt mit konstant $30\,\mathrm{m/s}$. Im selben Moment ist Auto A $300\,\mathrm{m}$ weiter vorne und fährt in dieselbe Richtung, aber nur mit $25\,\mathrm{m/s}$.

a) Stelle beide Ortsfunktionen auf.

b) Zeichne beide Bewegungen in das vorbereitete Diagramm ein.

c) Wann und wo holt B das Auto A ein? Rechne nach.

d) Wie weit ist B nach $40\,\mathrm{s}$ noch hinter A? Lies im Diagramm ab und prüfe mit einer Rechnung.



A 1.12 Radfahrer und Auto

Rechenweg S. 42

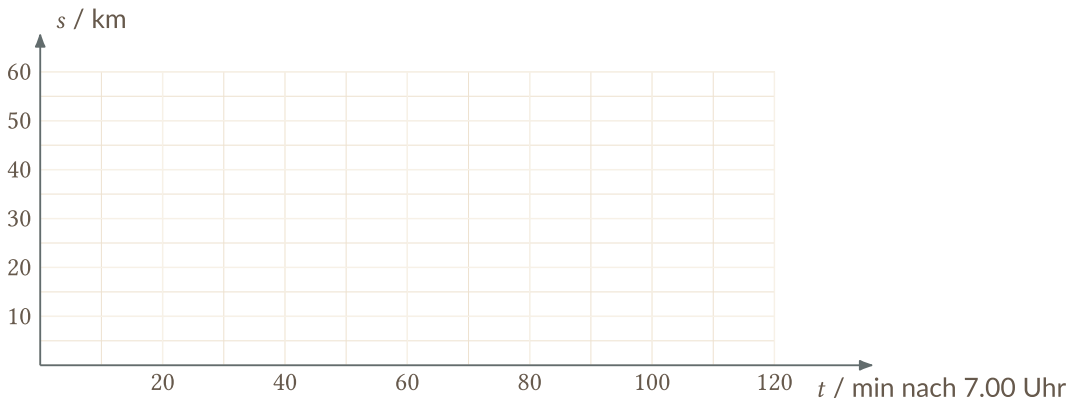
Im Skript: Das Rezept «Wann und wo» steht im Skript in Kapitel 1.7.

Ein Radfahrer startet um $7{,}00$ Uhr von einem Ort und fährt mit konstant $20\,\mathrm{km/h}$ auf dem Radweg der Strasse entlang. Um $8{,}00$ Uhr fährt ein Auto von demselben Ort in dieselbe Richtung ab; es fährt konstant $50\,\mathrm{km/h}$.

a) Zeichne beide Bewegungen in das vorbereitete Diagramm ein.

b) Wie weit sind die beiden $80\,\mathrm{min}$ nach dem Start des Radfahrers voneinander entfernt? Lies aus deinem Diagramm ab.

c) Wann und wo holt das Auto den Radfahrer ein? Finde die Antwort mit einer Rechnung, Ablesen genügt hier nicht.



A 1.13 ★ Zwei Trams auf einer Strecke

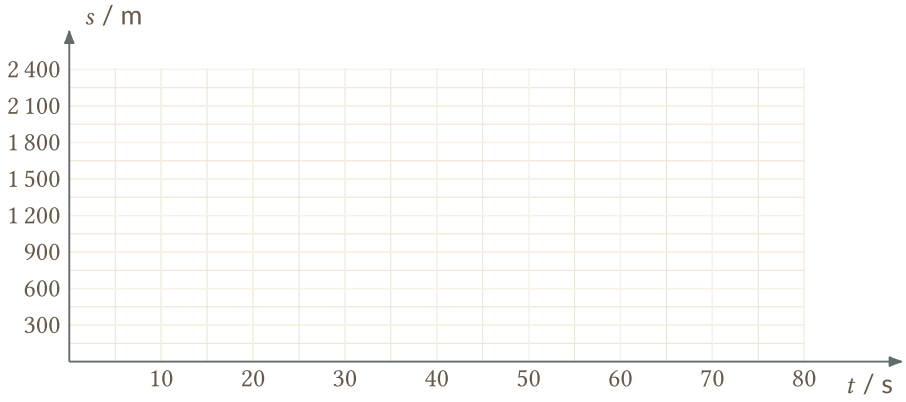
Rechenweg S. 42

Zwei Haltestellen A und B liegen $2100\,\mathrm{m}$ auseinander. Zur Zeit $t = 0\,\mathrm{s}$ fährt Tram 1 in A los, Richtung B, mit konstant $20\,\mathrm{m/s}$. $30\,\mathrm{s}$ später fährt Tram 2 in B los, Richtung A, mit konstant $30\,\mathrm{m/s}$.

a) Stelle beide Ortsfunktionen auf. Achte auf die Startverzögerung.

b) Zeichne beide Bewegungen ein.

c) Wann und wo begegnen sie sich?



A 1.14 ★ Zwei Schwimmer im See

Rechenweg S. 42

Zwei Schwimmer starten gleichzeitig und schwimmen in dieselbe Richtung. Schwimmer S startet bei $s = 0$ mit $1{,}2\,\mathrm{m/s}$, Schwimmer T startet $150\,\mathrm{m}$ weiter vorne mit $0{,}9\,\mathrm{m/s}$.

a) Stelle beide Ortsfunktionen auf.

b) Holt S den Schwimmer T ein? Wenn ja: wann und wo?

c) Der See ist an dieser Stelle nur $500\,\mathrm{m}$ lang. Was bedeutet dein Ergebnis aus b) für die Praxis?

A 1.15 ★ Zwei Radfahrer treffen sich

Rechenweg S. 42

Zwei Radfahrer stehen auf einer geraden Landstrasse $3{,}0\,\mathrm{km}$ auseinander und starten gleichzeitig aufeinander zu. Radfahrer A fährt doppelt so schnell wie Radfahrer B. Welche Strecke legt A bis zum Treffpunkt zurück?

Ohne eine einzige Zahl Diese Aufgabe lässt sich lösen, ohne dass eine der beiden Geschwindigkeiten bekannt ist. Findest du das Argument?

Ergebnisse Teil 1, zum Sofortvergleich

A 1.1	a) $15\,\mathrm{m/s}$ b) $35\,\mathrm{m/s}$ c) $14{,}4\,\mathrm{km/h}$ d) $2{,}7\,\mathrm{km/h}$ e) $0{,}18\,\mathrm{m/s} = 0{,}648\,\mathrm{km/h}$ f) $41{,}7\,\mathrm{m/s}$	A 1.2	a) $22{,}2\,\mathrm{m/s}$ b) $2\,\mathrm{h}\ 15\,\mathrm{min}$
A 1.3	a) $55{,}6\,\mathrm{m/s}$ b) $250\,\mathrm{km}$ c) $37{,}5\,\mathrm{min}$	A 1.4	a) $30\,\mathrm{m/s}$ b) $240\,\mathrm{m}$ c) $600\,\mathrm{m}$
A 1.5	a) $1{,}25\,\mathrm{m/s}$ b) $150\,\mathrm{m}$	A 1.6	a) $2{,}42 \cdot 10^6\,\mathrm{km}$ b) $1{,}04\,\mathrm{km/s}$
A 1.7	$7{,}72\,\mathrm{km/s} = 27\,800\,\mathrm{km/h}$	A 1.8	$216\,\mathrm{m}$
A 1.9	a) $16\,\mathrm{km/h}$	A 1.10	c) nach $60\,\mathrm{min}$, $18\,\mathrm{km}$ ab A
A 1.11	c) nach $60\,\mathrm{s}$ bei $1800\,\mathrm{m}$ d) $100\,\mathrm{m}$	A 1.12	b) $10\,\mathrm{km}$ c) 8,40 Uhr, $33{,}3\,\mathrm{km}$
A 1.13	c) nach $60\,\mathrm{s}$ bei $1200\,\mathrm{m}$ ab A	A 1.14	b) nach $500\,\mathrm{s}$ bei $600\,\mathrm{m}$
A 1.15	$2{,}0\,\mathrm{km}$		