

Übungen zur Mechanik

Serie 3: Vermischtes zu gfB , $gmbBoA$ und $gmbBmA$

1. Willkommen auf der Autobahn

Herr Müller ist mit $82 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auf einer Überlandstrasse unterwegs, kommt nun aber zur Autobahneinfahrt, wo er während 28 s beschleunigt, bis er eine Geschwindigkeit von $121 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ erreicht hat.

- Über welche Strecke hinweg hat Herr Müller beschleunigt?
- Wie gross war dabei die Beschleunigung?

2. Kinematik des freien Falls

Bei einem Fallversuch im Schulzimmer lasse ich eine Kugel fallen. Auf einer Höhe von 1.75 m über Boden passiert sie eine doppelte Lichtschranke, die mir einen aktuellen Geschwindigkeitswert von $3.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ liefert.

- Mit welcher Geschwindigkeit schlägt die Kugel auf dem Boden auf?
- Wie viel Zeit vergeht nach dem Passieren der Lichtschranke bis zum Aufprall?
- Aus welcher Höhe über Boden habe ich die Kugel fallen gelassen und wie lange war sie bis zur Lichtschranke unterwegs?
- Weshalb verwende ich zur Geschwindigkeitsmessung eigentlich eine "doppelte" Lichtschranke?

3. Kinematik eines Intercitys

Ein Intercity fährt von Zürich nach Bern. Um $9:32 \text{ Uhr}$ verlässt er Zürich und trifft um $10:28 \text{ Uhr}$ in Bern ein. Der Zug hält nirgendwo an, ist aber nicht immer gleich schnell unterwegs, wie du dir vorstellen kannst. Die gesamte Strecke misst ca. 115 km .

- Beim Losfahren beschleunigt der Zug während 9.5 s auf eine Geschwindigkeit von $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ – dies ist die Geschwindigkeit, mit welcher Züge im Weichenbereich des Zürcher HBs maximal fahren dürfen. Wie weit ist der Zug demzufolge nach total 15 s gekommen?
- Zwischen Altstetten und Spreitenbach kann der IC mit konstanter Geschwindigkeit durchfahren. Wie gross ist diese Geschwindigkeit (in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$), wenn er diesen 14.3 km langen Streckenabschnitt in $7 \text{ min } 44 \text{ s}$ zurücklegt?
- Unterwegs muss der Zug für die Passage des Bahnhofs Olten seine Geschwindigkeit auf $85 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ drosseln. Anschliessend beschleunigt er wieder auf $130 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Für diesen erneuten Beschleunigungsvorgang benötigt der Zug eine Strecke von 850 m . Bestimme den Wert der Beschleunigung des Zuges während diesem Vorgang und gib an, wie lange er dauert.
- Bei der Ankunft in Bern bremst der Zug bereits einige Zeit vor der Einfahrt in den Bahnhof ein erstes Mal auf $35 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ab. Dieser Vorgang dauert 55 s und beansprucht eine Strecke von 1.085 km . Wie gross war die Geschwindigkeit des Zugs vor dem Abbremsen? Gib die Antwort in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.
- Berechne aus den Angaben am Beginn der Aufgabe die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} des Zuges über die gesamte Strecke hinweg in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ und finde heraus, um welche Uhrzeit er ungefähr in Olten, also 53 km vor Bern vorbeikommt.

4. *Misslungene Schlüsselübergabe*

Sandra bemerkt, dass sie den falschen Schlüssel von zuhause mitgenommen hat und kehrt darum auf ihrem Schulweg wieder um. Ihr Vater sieht sie zurückkommen und schaut aus dem Fenster (im 3. Stock, 11.6 m über der Abwurfhöhe).

Sandra wirft den falschen Schlüssel nach oben, erreicht bei diesem ersten Versuch aber eine zu geringe Höhe und fängt den Schlüssel nach dem 2.9 s dauernden Flug wieder auf.

- (a) Welche maximale Höhe (über der Abwurfhöhe) hat denn der Schlüssel bei diesem misslungenen Versuch erreicht?
- (b) Mit welcher Geschwindigkeit hat Sandra den Schlüssel in die Höhe geworfen?
- (c) Frau Meier sitzt im ersten Stock (3.7 m über Abwurfhöhe) und sieht den Schlüssel zweimal am Fenster vorbeisausen. Zu welchen Zeiten nach dem Abwurf ist dies jeweils der Fall?

5. **Schwieriger:** *Nochmals zum 100 m-Sprint (vgl. Serie 1, Aufgabe 3)*

Die schnellste Frau der Welt – also die Frau mit der Jahresweltbestzeit über die 100 m Sprintstrecke – ist 2021 die Jamaikanerin **Elaine Thompson-Herah** (Meeting in Eugene, USA, 21.8.21). Bei ihrem Lauf hat sie die Strecke in 10.54 s zurückgelegt.

Wir wollen davon ausgehen, dass sich dieser Lauf aus einer gleichmässig beschleunigten und anschliessend aus einer gleichförmigen Bewegung zusammensetzt und dabei die Beschleunigungsphase exakt ein Viertel der Gesamtzeit ausmachte.

Wie gross war gemäss dieser Annahme Thompson-Herachs Spitzengeschwindigkeit und mit welcher Beschleunigung ist sie losgelaufen?

6. **Schwieriger:** *Rollbrettfahren*

Meret startet mit ihrem Rollbrett auf einer kleinen Rampe. Sie rollt hinunter und lässt das Brett anschliessend ausrollen. Vom Start bis zum Stillstand dauert der Vorgang 8.6 s und Meret erreicht am Fuss der Rampe eine Spitzengeschwindigkeit von $4.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, bevor sie wieder langsamer wird.

Nehmen wir an, der Gesamtvorgang setze sich aus zwei gleichmässig beschleunigten Bewegungen zusammen, wobei die Beschleunigung im ersten Teil 3.5-mal so gross ist wie die Verzögerung im zweiten Teil.

- (a) Wie lange dauerten die beiden Teilvorgänge?
- (b) Wie gross waren die Beschleunigungswerte?
- (c) Welche Strecke hat Meret folglich während der 8.6 s zurückgelegt?

7. **Schwieriger:** *Zurück zu Franz und seinem Brunnen (vgl. Serie 2, Aufgabe 4)*

Wir erinnern uns: Franz hat einen Stein in den Brunnen fallen lassen und das Plumpsen nach 2.70 s gehört.

Wie tief ist denn nun der Brunnen, wenn wir von einer Fallbeschleunigung von $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ und einer Schallgeschwindigkeit von $v_{\text{Schall}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ausgehen?