

Übungen zur Mechanik

Serie 2: Berechnungen zur gfB und zur gmbBoA

1. Das Rezept bei kinematischen Fragestellungen

Bei den meisten kinematischen Rechenaufgaben gibt es ein einfaches Lösungsrezept:

i. Um welchen Bewegungstyp handelt es sich?

⇒ Im Moment, d.h. in dieser Übungsserie, gibt es dazu nur zwei Antworten: **gfB** oder **gmbBoA**!

ii. Welche Grössen sind gegeben, welche gesucht?

⇒ Notieren der gegebenen Grössen und allenfalls Umwandlung in SI-Einheiten.

iii. Welche Gleichung zum vorliegenden Bewegungstyp verbindet die gegebenen mit der gesuchten Grösse?

⇒ Gleichung nach der gesuchten Grösse auflösen, Werte einsetzen, rechnen und am Schluss allenfalls das Resultat in eine anschauliche Einheit umwandeln.

Probieren Sie es an den folgenden Aufgaben aus:

- (a) Ein Körper beschleunigt mit $4.00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ aus der Ruhelage und legt während dieser Beschleunigung eine Strecke von 50.0 m zurück. Wie lange hat die Beschleunigung gedauert und welche Endgeschwindigkeit hat der Körper erreicht?
- (b) Nach 5.50 Sekunden Anfahrt erreicht ein Auto eine Geschwindigkeit von $25.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wie gross war dabei seine Beschleunigung und wie weit ist es gefahren?
- (c) Wie lange braucht ein Überschalljet um die Schweiz mit einer Geschwindigkeit von $430 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zu überfliegen? Die Schweiz messe längs der Flugstrecke 285 km.
- (d) Das Rohr eines Gewehrs ist 1.10 m lang. Die Austrittsgeschwindigkeit der Patrone beträgt $250 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Welche Beschleunigung erfährt die Patrone im Rohr und wie lange hat sie sich darin bewegt? Gib die Antworten in $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ und in Millisekunden an.

2. Signifikante Ziffern in einzelnen Angaben

Gib in den folgenden Fällen jeweils an, wie viele signifikante Ziffern die Angabe umfasst.

Achtung! Manche Angaben sind **exakt**. D.h., sie besitzen im Prinzip unendlich viele signifikante Ziffern. Schreibe in diesem Fall als Lösung einfach "exakt" auf.

Beispiel: Eine Frau wird Mutter von Zwillingen. Es kommen zwei Kinder auf einmal auf die Welt. Diese 2 ist exakt, also zu verstehen als 2.000 000 ... – alles andere wäre sehr merkwürdig.

- (a) 37.4 mm (b) 8.60 kg (c) 0.044 s (d) 89 900 J
- (e) 89 900.0 J (f) π (g) 40 000 km (h) 800 m^3
- (i) Ende 2012 lebten in der Schweiz 7.997 Millionen Menschen.
- (j) Das Menü in der Mensa kostet sFr. 7.50.
- (k) In diesem Tram befinden sich momentan 45 Leute.
- (l) Die Zugfahrt von Zürich nach Bern dauert heutzutage nur noch 57 Minuten.
- (m) An Weihnachten habe ich 3 Kilogramm zugenommen.
- (n) Ein Kilometer entspricht 1 000 000 Millimeter.

3. Menschliche Maximalbeschleunigung

Beim 100 m-Sprint beschleunigen Spitzenläufer mit bis zu $5.30 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ – also mit mehr als der Hälfte der Fallbeschleunigung! Nach welcher Zeit erreichen die Läufer ihre Spitzengeschwindigkeit von etwa $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ und welche Strecke haben sie bis dahin zurückgelegt?

4. Die Tiefe eines Brunnens

Zum Austesten der Tiefe eines Brunnens in einer alten Burg lässt Franz einen Stein senkrecht in diesen hineinfallen. Nach 2.70 s hört er das Plumpsen des Steins.

- (a) Wie tief ist denn nun der Brunnen, wenn man die 2.70 s als Fallzeit ansieht?
- (b) Wie "gut" ist das Resultat von (a)? Wodurch wird es verfälscht?

Tipp: Die Schallgeschwindigkeit beträgt $v_{\text{Schall}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- (c) Berechne mit dem Resultat von (a), wie viele Millisekunden der Schall braucht, um vom Brunnenboden zu Franz' Ohr oben zu gelangen.

5. Der Curlingstein

Ein rutschender Curlingstein erfährt auf dem Eis eine Verzögerung von $-0.10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Wie schnell muss man den Stein abstossen, damit er eine Strecke von 19.5 m weit gleitet, und wie lange ist er unterwegs?

Hinweis: Dies ist eigentlich eine gmbB mit Anfangsgeschwindigkeit. Da aber die Endgeschwindigkeit gleich Null ist, kann man sich den Vorgang zeitlich umgekehrt denken: Der Stein beschleunigt aus dem Stand mit $0.10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ und hat nach 19.5 Meter Strecke die gesuchte Geschwindigkeit erreicht. Somit kann man in einem solchen Fall – "Objekt kommt zum Stillstand" – ebenfalls die Gleichungen für die gmbBoA verwenden. Man muss einfach das negative Vorzeichen der Beschleunigung weglassen.

6. Lichtgeschwindigkeit erreichen ...

Lassen wir einen Stein fallen, so kommt er uns bereits nach einer Sekunde Fallzeit relativ schnell vor. Im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit ist diese Geschwindigkeit aber lächerlich gering. Berechnen Sie rein hypothetisch, wie viele Tage lang der Stein mit der konstanten Fallbeschleunigung von $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ fallen müsste, um Lichtgeschwindigkeit zu erreichen.

Hinweis: Die Lichtgeschwindigkeit beträgt $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ (Kilometer pro Sekunde!).

7. Der Anhalteweg

In einem $70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ schnellen Auto bemerkt der Fahrer in 60 m Entfernung eine Kuh auf der Strasse. In der ersten halben Sekunde ($0.50 \text{ s} = \text{Reaktionszeit}$) fährt das Auto mit unverminderter Geschwindigkeit weiter und legt den sogenannten **Reaktionsweg** zurück. Anschliessend tritt der Fahrer voll in die Bremsen und bringt das Auto unmittelbar vor der Kuh zum Stehen. Bei diesem zweiten Teil der Bewegung sprechen wir von der **Bremszeit** resp. dem **Bremsweg**. Die Summe aus Reaktionsweg und Bremsweg bezeichnen wir als **Anhalteweg**: Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg.

- (a) Wie lange ist der Reaktionsweg des Autos?
- (b) Bestimme die Verzögerung, welche während dem Bremsweg auf das Auto wirkt, und ermittle die Bremszeit des Wagens.
- (c) Wie schnell (in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$) ist das Auto noch nach den ersten 20 m Bremsweg?

Tipp: Beachte bei dieser Aufgabe wieder den Hinweis bei Aufgabe 5.

8. Langsam im Quadrat!

Ein Öltanker kann wegen seiner riesigen Masse von alleine nur ganz langsam beschleunigen. Startet er aus dem Stand, so kommt er in einer halben Stunde (0.50 h) nur 600 m weit.

- (a) Berechne die Beschleunigung des Tankers während dieses Losfahrens. (Antwort in $\frac{\text{km}}{\text{h}^2}$.)
- (b) Bestimme die Strecke, die der Tanker zurücklegt, bis er seine Reisegeschwindigkeit von 16.0 Knoten erreicht.

Hinweis: Für die seemännische Einheit **Knoten (kn)** gilt: $1 \text{ kn} = 1.852 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

