

1. Übungsblatt

Besprechung: 24./26.10.2011

1. Physikalische Größen, Einheiten

Dividiert man eine physikalische Größe durch ihre Einheit, so erhält man (bitte wählen Sie):

- Unsinn
- eine reine Zahl
- die physikalische Größe selbst
- eine neue physikalische Größe
- eine abgeleitete physikalische Größe

Lösung:

$$\frac{\text{physikalische Größe}}{\text{Einheit}} = \frac{\text{Zahl} \cdot \text{Einheit}}{\text{Einheit}} = \text{Zahl}$$

2. Umrechnung zwischen Einheiten — I

Der Mittelatlantische Rücken bildet pro Jahr ca. 3 cm neue Erdkruste, um die sich Amerika und Europa weiter voneinander entfernen. Rechnen Sie diese Geschwindigkeit in xxx m/s um. Wählen Sie dann einen geeigneten Dezimalvorsatz für die Längeneinheit in dieser Geschwindigkeit, sodass der Zahlenwert zwischen 1 und 1000 liegt, z.B. $100 \mu\text{m/s}$.

Lösung:

$$\begin{aligned} v &= \frac{3 \text{ cm}}{1 \text{ Jahr}} = \frac{3 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}}{1 \text{ Jahr} \cdot \frac{1 \text{ Jahr}}{365 \text{ Tage}}} = \frac{0.03 \text{ m}}{365 \text{ Tage} \cdot \frac{24 \text{ Stunden}}{1 \text{ Tag}}} = \frac{0.03 \text{ m}}{365 \cdot 24 \text{ Stunden} \cdot \frac{60 \text{ Minuten}}{1 \text{ Stunde}}} \\ &= \frac{0.03 \text{ m}}{365 \cdot 24 \cdot 60 \text{ Minuten} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ Minute}}} = \frac{0.03 \text{ m}}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot \text{s}} \\ &\approx 0.00000000095129 \dots \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ &\approx 951.3 \cdot 10^{-12} \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ &\approx 951.3 \frac{\text{pm}}{\text{s}} \approx 0.95 \frac{\text{nm}}{\text{s}} \approx 1 \frac{\text{nm}}{\text{s}} \quad (\text{typischerweise Ergebnis so genau wie vorgegebene Zahlen}) \end{aligned}$$

3. Umrechnung zwischen Einheiten — II

Rechnen Sie die Geschwindigkeit $400 \text{ m}/43.18 \text{ s}$ um in $xxx \text{ km/h}$ und die von 50 km/h in $yyy \text{ m/s}$

Lösung:

$$v_1 = \frac{400 \text{ m}}{43.18 \text{ s}} = \frac{400 \text{ m} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}}{43.18 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}} = \frac{400 \text{ m}}{43.18 \text{ s}} \cdot \frac{3.6 \text{ km} \cdot \text{s}}{\text{m} \cdot \text{h}} \approx 9.26 \cdot 3.6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 33.3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Beachten Sie den Umrechnungsfaktor 3.6 von m/s nach km/h!

$$v_2 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{m} \cdot \text{h}}{3.6 \text{ km} \cdot \text{s}} \approx 13.889 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4. Umrechnung zwischen Einheiten — III

Laut Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. betrug im Jahr 2010 in Deutschland der Primärenergieverbrauch 14.057 EJ . Wie groß ist damit der Verbrauch pro Kopf und Sekunde?

Lösung:

Notwendige Daten: deutsche Bevölkerung ca. 82 Millionen
übliche Einheiten für

- Jahr: a
- Tag: d
- Stunde: h
- Minute: m (Achtung! Nicht mit Längeneinheit für Meter verwechseln! Kontext beachten!)
- Sekunde: s

$$\frac{E}{t \cdot \text{Kopf}} = \frac{14.057 \text{ EJ}}{1 \text{ a} \cdot 82 \text{ Mio. Köpfe}} = \frac{14.057 \cdot 10^{18} \text{ J}}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 82 \cdot 10^6} \approx 5435.9 \frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{Kopf}} \approx 5.4 \frac{\text{kJ}}{\text{s} \cdot \text{Kopf}}$$

5. Umrechnung zwischen Einheiten — IV

Geben Sie die physikalische Größe $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ in SI-Basiseinheiten an!

Lösung:

$$\rho = 1 \frac{\text{g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}{\text{cm}^3 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^3} = 1 \frac{\frac{1}{1000} \text{ kg}}{\text{cm}^3 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}^3}{100^3 \text{ cm}^3}\right)} = 1 \frac{\frac{1}{1000} \text{ kg}}{\text{cm}^3 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000000 \text{ cm}^3}\right)} = 1 \frac{\frac{1}{1000} \text{ kg}}{\frac{1}{1000000} \text{ m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

6. Fehlerrechnung

Eine Faustformel besagt, dass ein Jahr $\pi \cdot 10^7$ Sekunden hat. Berechnen Sie den absoluten Fehler dieser Faustformel für ein Gemeinjahr von 365 Tagen à 24 Stunden und geben Sie den relativen Fehler in Prozent (%) an.

Lösung:

Sekunden im Gemeinjahr: $t_J = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 31\,536\,000 \text{ s}$

laut Faustformel: $t_F = \pi \cdot 10^7 \approx 31\,415\,926.536 \text{ s}$

Absoluter Fehler: $\Delta_{abs} = t_F - t_J \approx 31\,415\,926.536 \text{ s} - 31\,536\,000 \text{ s} \approx -120\,073.464 \text{ s}$

Relativer Fehler: $\Delta_{rel} = \frac{\Delta_{abs}}{t_J} \approx -0.00381$

Relativer Fehler in Prozent: $\Delta_{rel} \cdot 100\% \approx -0.381\%$

7. Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung

Die U-Bahn der Linie U6 benötigt für die Strecke von Fröttmaning nach Garching-Hochbrück laut Fahrplan 4 Minuten. Aus den Kilometer-Schildern an der Strecke ergibt sich eine Fahrstrecke von 4.2 km. Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der U6 in $xxx \text{ km/h}$? Ein U-Bahnzug kann in 6.3 s von 0 auf 80 km/h beschleunigen. Berechnen Sie die Beschleunigung a in $yyy \text{ m/s}^2$. Welche Strecke legt der U-Bahnzug bei diesem Beschleunigungsvorgang zurück?

Lösung:

$$\bar{v} = \frac{4.2 \text{ km}}{4 \text{ Minuten}} = \frac{4.2 \text{ km}}{4 \text{ Minuten} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ Minuten}}} = 4.2 \cdot \frac{60 \text{ km}}{4 \text{ h}} = 63 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Zunächst Umrechnung 80 km/h in m/s: $v_{80} = 80/3.6 \approx 22.2 \text{ m/s}$

$$\bar{a} = \frac{v_{80} - v_0}{t_{80} - t_0} \approx \frac{22.2 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0}{6.3 \text{ s} - 0} \approx 3.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$x = \frac{1}{2} \bar{a} \cdot t_{80}^2 \approx \frac{1}{2} \cdot 3.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (6.3 \text{ s})^2 \approx 69.5 \text{ m}$$