

Physikalische Größen, Maßeinheiten

Aufgabe 1.

In den folgenden Gleichungen ist der Abstand x in Meter (m), die Zeit t in Sekunden (s) und die Geschwindigkeit v in Meter pro Sekunde (m/s) gegeben.

gesucht werden die SI Einheiten der Konstanten C_1 und C_2 .

a) $x = C_1 + C_2 t$

b) $x = 1/2 C_1 t^2$

e) $v = C_1 e^{-C_2 t}$

c) $v^2 = 2 C_1 x$

d) $x = C_1 \cos C_2 t$

Lösung:

Vergleichen und Addieren von physikalischen Größen ist nur dann sinnvoll, wenn sie in gleichen Maßeinheiten ausgedrückt werden]

a) $m = [C_1] + [C_2] \cdot s$

$$[C_1] = m; [C_2] \cdot s = m; [C_2] = \frac{m}{s}$$

b) $m = [C_1] \cdot s^2; [C_1] = \frac{m}{s^2}$

c) $\frac{m^2}{s^2} = [C_1] \cdot m; [C_1] = \frac{m}{s^2}$

d) Das Cosinus-Argument soll dimensionslos sein:

$$[C_2] \cdot s = 1; [C_2] = \frac{1}{s};$$

Die Cosinus-Funktion ergibt eine dimensionslose Zahl $\Rightarrow [C_1] = m$

e) Die Hochzahl soll dimensionslos sein:

$$[C_2] \cdot s = 1; [C_2] = \frac{1}{s};$$

Die Exponentialfunktion ergibt eine dimensionslose Zahl $\Rightarrow [C_1] = \frac{m}{s}$

Aufgabe 2.

Die Schwingungsdauer T eines Pendels hängt von seine Länge l und der Erdbeschleunigung g ab:

$$T = C \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

gesucht wird die SI Einheit der Konstante C .

Lösung:

$$C = \frac{T}{\sqrt{\frac{l}{g}}} = \frac{T \cdot \sqrt{g}}{\sqrt{l}}$$

$$[C] = \frac{[T] \cdot \sqrt{[g]}}{\sqrt{[l]}} = \frac{s \cdot \sqrt{\frac{m}{s^2}}}{\sqrt{m}} = \frac{s \cdot \frac{\sqrt{m}}{s}}{\sqrt{m}} = 1$$

C ist dimensionslos

Rechnen mit Größenordnungen

Aufgabe 3.

Die Sonnenmasse beträgt $1.99 \cdot 10^{27}$ t. Das Wasserstoffatom hat eine Masse von $1.67 \cdot 10^{-27}$ kg.

Gesucht wird die Anzahl der Wasserstoffkerne in der Sonne (Abschätzung)
(Die Sonne besteht zum größten Anteil aus Wasserstoff)

Lösung:

$$N = \frac{M_{\text{Sonne}}}{m_H}$$

Alle Größen in gleichen Maßeinheiten auszudrücken. Abschätzung \Rightarrow Rechnen nur mit Größenordnungen

$$1t = 10^3 kg; M_{\text{Sonne}} = 10^{27} \cdot 10^3 = 10^{30} (kg)$$

$$N = \frac{M_{\text{Sonne}}}{m_H} = \frac{10^{30} kg}{10^{-27} kg} = 10^{57} \quad \text{dimensionslos}$$

Aufgabe 4.

Die SI-Einheit der Kraft F ist das Newton N ($1N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$)

Gesucht werden die Dimension und die SI Einheiten der Konstante G in Newtons Gravitationsgesetz

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Lösung:

$$G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2}$$

Maßeinheit:

$$[G] = \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2} m^2}{kg^2} = \frac{m^3}{s^2 \cdot kg}$$

Dimension: $G = L^3 \cdot T^{-2} \cdot M^{-1}$

(Die Dimensionssymbole: L - Länge, T - Zeit, M - Masse)