

1.1. Physikalische Grundlagen:

Maßeinheiten, Größen

Beschreibung eines phys. Zustandes

a] Internationale Konvention (SI)

Länge	Meter	m
Zeit	Sek.	s
Masse	Kilogramm	kg
Temp.	Kelvin	K
El. Strom	Ampere	A
Lichtstärke	Candela	Cd
Substanzmenge	Mol	mol

b] Abgeleitet

z.B.	Fläche	(m^2)
	Geschwindigkeit	(m/s)
	Kraft	$(N \equiv \frac{kg \cdot m}{s^2})$

c] Präfixe

10^{12}	Tera	T
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	k
10^1	Deka	da
10^{-1}	Dezi	d
10^{-2}	Zenti	c
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Mikro	μ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Piko	p
10^{-15}	Femto	f
10^{-18}	Atto	a

Ps

T Flops
TeV

d] Definitionen, Konventionen

Meterv : vor 1799 :

$\frac{1}{10^7}$ Erdquadrant

vor 1960 : Länge eines
Platin-Iridiumstabes

$$\frac{\Delta L}{L} \sim 10^{-13}$$

seit 1983 : Strecke, die
Licht in $\frac{1}{299\,792\,458}$ s
zurücklegt

Sekunde : seit 1964 : Dauer von

$$\frac{\Delta T}{T} \sim 10^{-13}$$

9.192.631.770 Schwingungen
des ^{133}Cs Atoms

Kg :

Masse des Unkilogramms
in Sèvres (Platin-Iridium)
Duplikate weltweit

$$\frac{\Delta m}{m} \sim 10^{-9}$$

Auch : Atomare Masseneinheit

$$1 \text{ Au} \equiv \frac{1}{12} m({}_{6}^{12}\text{C})$$

$$= 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

e] Beispiele

Länge

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \quad (\text{Tisch})$$

$$= 10^6 \mu\text{m} \quad (1 \mu\text{m} \hat{=} \text{Bakterie})$$

$$= 10^9 \text{ nm}$$

$$= 10^{10} \text{ \AA} \quad (\text{\AA} \hat{=} \text{Atome})$$

$$= 10^{15} \text{ fm} \quad (\text{fm} \hat{=} \text{Protonen})$$

1 AU

Astronom. Einheit

$$= 150 \cdot 10^9 \text{ m}$$

1 Ly

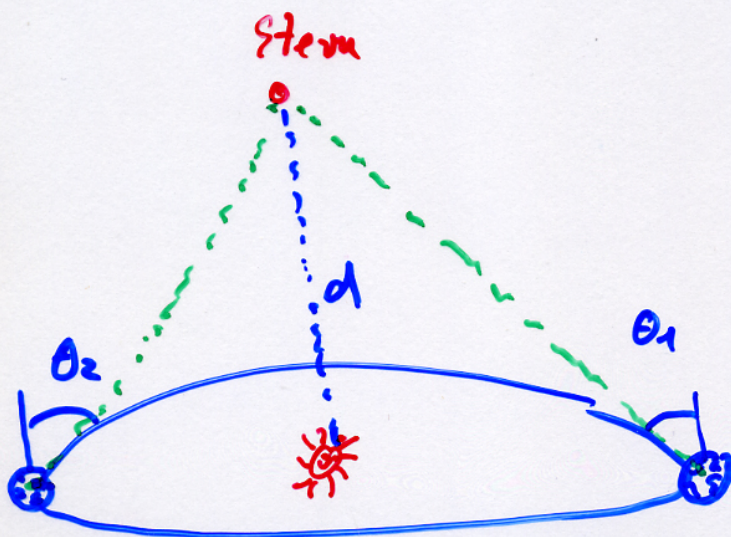
Lichtjahr

$$= 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

1 Parsec

Parallaxeusekunde

$$= 3,1 \text{ Ly}$$



$$\text{wenn } |\theta_1 - \theta_2| = 1''$$

$$\text{dann } d = 1 \text{ Ps}$$

$$= 3,1 \text{ Ly}$$

• Zeit

$$1 \text{ Jahr} \approx 3,16 \cdot 10^7 \text{ s} \quad (\text{"} \pi \cdot 10^7 \text{"})$$

$$\text{Altes Universum} : \sim 13,8 \cdot 10^9 \text{ Jahre}$$

$$\text{Lebensdauer (Neutron)} \sim 10 \text{ min}$$

$$(\text{top-Quark}) \sim 4 \cdot 10^{-25} \text{ s}$$

$$(\text{Proton}) > 10^{34} \text{ Jahre}$$

• Masse

$$\text{Galaxie} - \text{sichtbare Masse} \sim 2 \cdot 10^{11} M_{\odot}$$

$$- \text{Gesamtmasse} \quad 1-2 \cdot 10^{12} M_{\odot}$$

$$\text{Sonne} \quad 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Erde} \quad 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Proton} \quad 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Elektron} \quad 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Photon} \quad < 2 \cdot 10^{-54} \text{ kg}$$

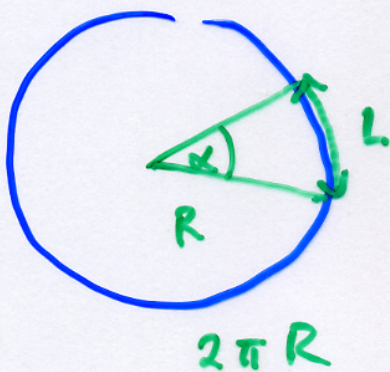
Achtung : Masse $\neq$ Gewicht

f] Winkелеinheiten

$$1 \text{ Grad} \equiv 1^\circ \equiv \frac{1}{360}$$

Umfangswinkel
des Kreises

$$1 \text{ Radiant} \equiv \frac{360^\circ}{2\pi} \approx 57^\circ$$



$$\alpha [\text{Rad}] = \frac{L}{R}$$

1.2. Messungen und Datenauswertung

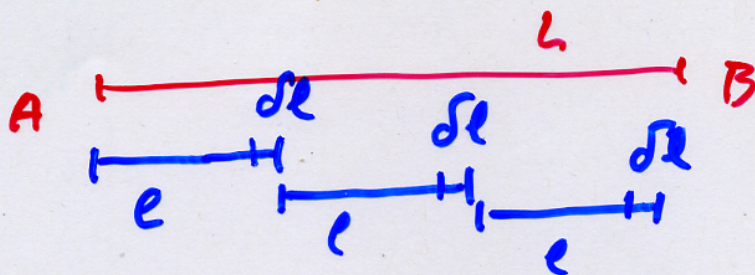
Bestimmung einer physikalischen Größe durch Messungen mit Instrumenten, deren Genauigkeit begrenzt ist.

2 Fehlertypen:

a) Systematischer Fehler / Unsicherheit

Verfälschung des Messresultats durch unbekannte Effekte im Messprozess.

Bs: Längenmessung



$$L = 3 \cdot l$$

$$\Delta L = 3 \cdot \delta l$$

b) Zufällige Fehler

↑
Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik

Wiederholte Messung einer Größe X_0
mit ungenauem Instrument $\Rightarrow$
Streuung der Ergebnisse

- Resultat: Mittelwert

$$\langle x \rangle \equiv \bar{x} \equiv \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$= \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

- Standardabweichung:

$$G_x \equiv \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}$$

- Fehler des Mittelwertes:

$$\delta \langle x \rangle = \frac{G_x}{\sqrt{n}}$$

für $n \rightarrow \infty$: $\langle x \rangle = X_0$

↑
wahre Wert

Bs: Bestimmung der Länge eines
Streichholzes mit mm-Maß

