Karlsruher Institut für Technologie

V2

Klassische Physik 1 WS 2012/13

Johannes Blümer

KIT-Centrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik KCETA

Inhalt

1. Einführung
   - 1.1. Was ist Physik?
   - 1.2. Physikalische Größen und Einheiten
   - 1.3. Messungen, Datenauswertung, Fehler
2. Klassische Mechanik
   - 2.1. Kinematik der Massenpunkte
   - 2.2. Dynamik der Massenpunkte
   - 2.3. Systeme von Massenpunkten
   - 2.4. Rotation
3. Gravitation
   - 3.1. Gravitationsgesetz
   - 3.2. Feld und Potential
   - 3.3. Planetenbahnen: Kepler
   - 3.4. Massenverteilungen
   - 3.5. Dunkle Materie
4. Relativistische Mechanik
   - 4.1. Bezugsysteme und Transformationen
   - 4.2. Spezielle Relativitätstheorie
   - 4.3. Relativistische Kinematik
5. Feste Körper und Flüssigkeiten
   - 5.1. Feste Körper
   - 5.2. Hydrostatik und Hydrodynamik
6. Schwingungen und Wellen
   - 6.1. Schwingungen
   - 6.2. Wellen

Zusammenfassung I

- Physik ist eine messende Wissenschaft
  - "Physics is a number"

    Wert ± $\underbrace{\text{stat.} \pm \text{syst.}}_{\text{Unsicherh.}}$
- Was? Wieviel? Wann? Wo? Wie ...?

  ⊕ Einheit
  - Vorsicht bei "warum?"
- Größenordnungen – Anschauung – Bildersprache
- Grundgrößen: Länge, Zeit, Masse

Dunkle Materie

Nachtrag von v01

1.2 Physikalische Größen und Einheiten

nur drei Basisgrößen: Länge, Zeit, Masse

Für unsere Vorstellung… ⇓	Länge	Masse	Zeit
"zu klein"	Atom 10^{-10} m Elektron $e^{\pm}$ $< 10^{-18}$ m	Bakterium 10^{-15} kg $e^{\pm}$ 10^{-30} kg	$\tau(\mu^{\pm}) = 2.2$ µs τ(starke WW) $\approx 10^{-23}$ s $\tau_{Planck} = 10^{-43}$ s
"normal"	mm – km	gr – t	Seh-Jahre
"zu groß"	Erde – Sonne 150 Mio km Galaxie: 10^{26} m Entf.	Erde 10^{24} kg Galaxie 10^{41} kg	Erdalter 10^{17} s Universum 13.7 Mrd J.

Physik ist eine messende Wissenschaft

Instrumente, Rechnungen

Quantitative Zusammenhänge zwischen phys. Größen

Modelle der „Wirklichkeit"

Phil.

innere Logik

Konsistenz, Überprüfbarkeit, Vorhersagekraft

L, M, T $\Rightarrow$ Entf., Geschwindigkeit, Energie, Impuls, Kraft, Temperatur, elektr. Strom, ...

SI-System

Längenmessung: wiederholtes Anlegen eines Maßstabs

Temperaturmessung: Fixpunkte ⊕ elektr./opt. Verfahren

↳ ..., Stoffmenge, Lichtstärke, ...

↳ „operationelle Definition"

Standards müssen immer, überall, genau reproduzierbar sein

- Länge

< 1799 : 1/10 000 000 des Erdquadr.

< 1960 : Platin-Iridium Stab „Urmeter"

≥ 1983 : 1 m = Lichtweg im Vakuum in 1/299 792 458 Sekunde

- Zeit

1964 : 1 Sekunde = Zeit für 9 192 631 770 Schwingungen eines ^{133}Cs - Atoms $\Delta f/f \simeq 10^{-13}$

- Masse

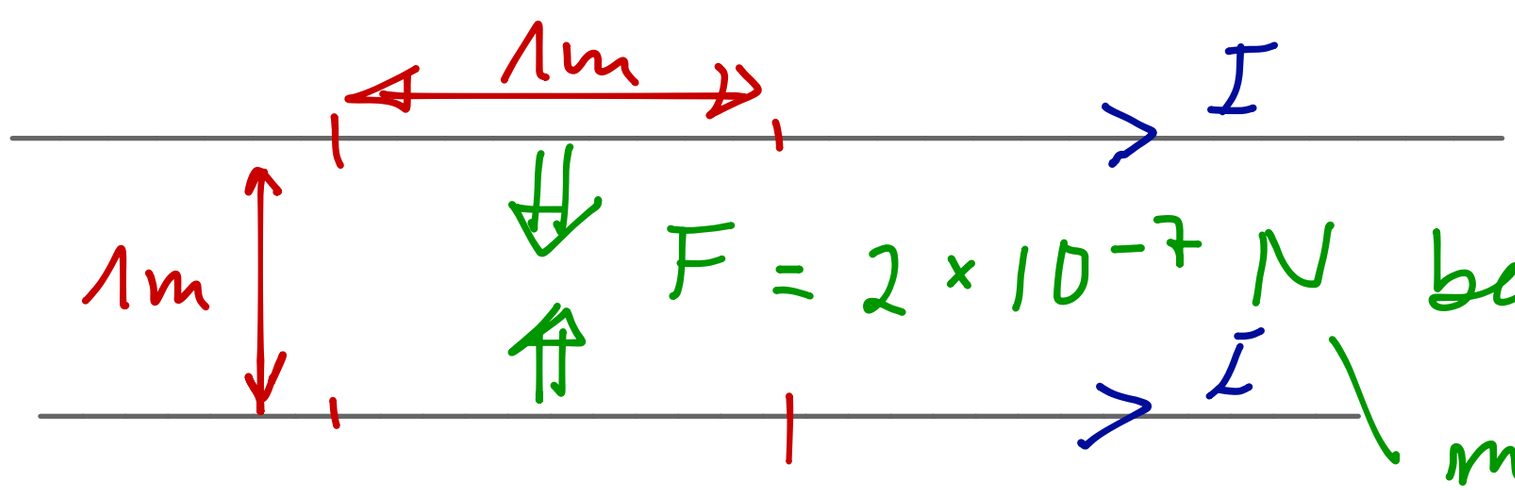
1 kg = Masse des Urkilogramms in Sèvres

∃ Duplikate → Eichlabore zB PTB

- Elektrischer Strom

[Stromstärke] = 1 Ampère "I = 1 A"

Draht



$F = 2 \times 10^{-7}$ N bei 1 A

$m\,kg\,s^{-2}$

- Temperatur

[Temperatur] = Kelvin // °C

1 K = 1/273,16 vom Tripelpunkt des Wassers

- Stoffmenge

1 mol = ebensoviele Teilchen, wie in 0,012 kg ^{12}C enthalten sind

- Lichtstärke

Leistung einer Strahlungsquelle pro Raumwinkel

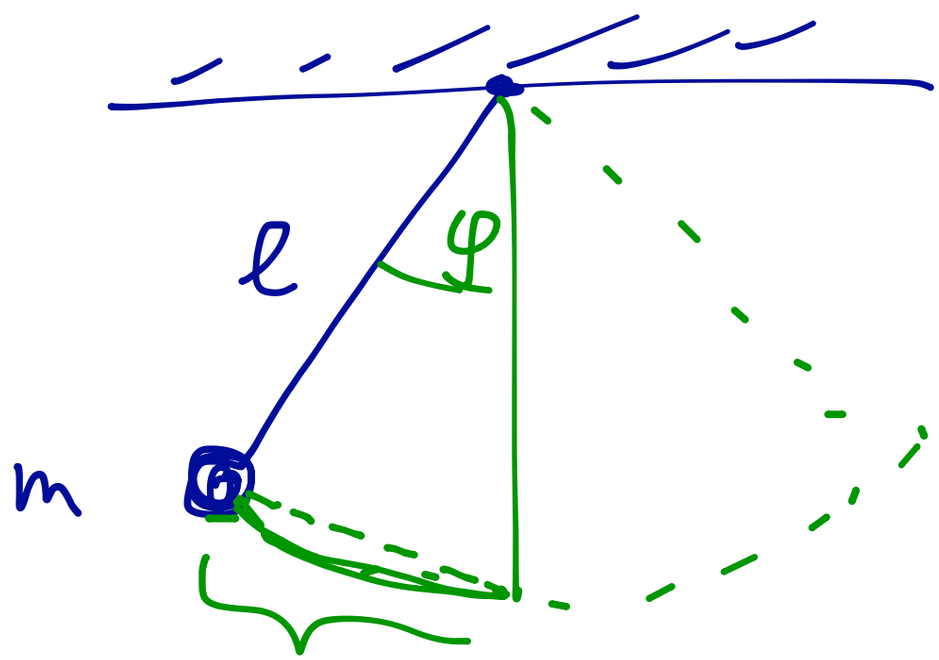
Energie/Zeit

1 cd (Candela) = Str. leistung ⊥ Oberfläche eines schwarzen Körpers mit einer Öffnung von 1/60 cm^2 bei $T = 1770\ °C$ (Pt erstarrt) @ Freq. $5.4 \times 10^{14}\ s^{-1}$ / $\lambda = 555\ nm$

$$\ldots = \frac{1}{638}\ \frac{W}{sr} \qquad 1\,W = \frac{1\ \text{Joule}}{s} = \frac{1\ Nm}{s}$$

Dimensionsüberlegungen

↳ funktionale Abhängigkeiten "raten"



kleine Auslenkungen

$\sin x = x$

Masse m

Länge l

Erdbeschleunigung

$g = 9.81\ m/s/s$

~~Luftwiderstand~~

$$t \propto m^a \cdot l^b \cdot g^c$$

$t \propto m^a \cdot l^b \cdot g^c$ Produktansatz

$T^1 \propto M^a \, L^b \, (L/T^2)^c$

$\propto M^a \, L^{b+c} \, T^{-2c}$

Vgl der Exponenten $\rightarrow$ $\left.\begin{array}{l} a = 0 \\ b+c = 0 \\ -2c = 1 \end{array}\right\}$ $\begin{array}{l} b = 1/2 \\ c = -1/2 \end{array}$

$t \propto l^{1/2} g^{-1/2} = \sqrt{\frac{l}{g}}$

✓ bis auf 2π $\qquad t = 2\pi \sqrt{l/g}$

Physiker-Näherung: $c = 1 = \hbar = \pi = 2\pi = 1$

1.3 Messungen

- Fehler ./. Unsicherheiten
- Systematische Fehler
- Zufällige/statistische Fehler
- Zentraler Grenzwertsatz
- Fehlerfortpflanzung
- Rechengenauigkeit
- Datenauswertung (Anriss)