

Experimentalphysik (H.-C. Schulz-Coulon)

Robin Heinemann

October 21, 2016

Contents

1	Begrüßung ist langweilig	2
2	Begrüßung2 ist auch langweilig	2
3	Moodle	2
4	Klausur	2
5	Bücher	2
6	Einleitung	2
6.1	Eigenschaften der Physik	2
6.1.1	Beispiel	3
6.2	Maßeinheiten	3
6.2.1	Basisgrößen	3
6.2.2	Weitere Größen	3
7	Mechanik	4
7.1	Kinematik des Massenpunktes	4
7.1.1	Eindimensionale Bewegung	4
7.1.2	Bewegung im Raum	5

1 Begrüßung ist langweilig

2 Begrüßung2 ist auch langweilig

3 Moodle

Passwort: $F=ma$

4 Klausur

11.02.2017 (9 Uhr) 60% Übungspunkte

5 Bücher

Buch	Bemerkung
Heintze; Lehrbuch zur Experimentalphysik I	
Haliday, Resnick, Walker; Physik	
Tipler, Allen; Physik	
Demtröder; Experimentalphysik I	
Bergman	

online...

6 Einleitung

6.1 Eigenschaften der Physik

Physik ist nicht axiomatisch!

- Nicht alle Gesetze der Natur sind bekannt.
- Die bekannten Naturgesetze sind nicht unumstößlich
- unfertig
- empirisch
- quantitativ
- experimentell
- überprüfbar

- braucht Mathematik
- Gefühl für Größenordnungen und rationale Zusammenhänge

6.1.1 Beispiel

Fermi-Probleme:

- Anzahl der Klavierspieler in Chicago?
- Anzahl der Autos in einem 10km Stau?
- Anzahl von Fischen im Ozean

6.2 Maßeinheiten

Internationales Einheitensystem (SI)

6.2.1 Basisgrößen

Größe	Einheit	Symbol
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunden	s

1. Meter Strecke, die das Licht im Vakuum während der Dauer von $\frac{1}{299792458}$ s durchläuft.
2. Sekunde Das 9 192 631 770-fache der Periodendauer der am Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids ^{133}Cs entsprechenden Strahlung.
3. Kilogramm Das Kilogramm ist die Einheit der Masse, es ist gleich der Masse des internationalen Kilogrammprototyps (ist scheiße).

(a) Avogadroprojekt

$$N_A = \frac{MVn}{m}$$

N_A : Avogadrokonstante ($N_A = 6.022\,141\,5 \times 10^{23}$)

6.2.2 Weitere Größen

Größe	Einheit	Symbol
Strom	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Lichtstärke	Candla	cd

7 Mechanik

Kinematik: Beschreibung der Bewegung Dynamik: Ursache der Bewegung

7.1 Kinematik des Massenpunktes

7.1.1 Eindimensionale Bewegung

1. **TODO** Skizze 1 $x_1, t_1 \longrightarrow x_2, t_2$ Geschwindigkeit

$$v = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad [v] = \text{m s}^{-1} \text{ abgeleitete Gr\o{}\ss{}e}$$

2. Momentangeschwindigkeit

$$v := \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$$

3. Beschleunigung

$$a := \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2} = \ddot{x} \quad [a] = \text{m s}^{-2}$$

4. Freier Fall $a = \text{const.}$ (Behauptung)

$$a = \ddot{x} = \text{const} = \dot{v}$$

§→§ Integration:

$$v(t) = \int_0^t a dt + v_0 = at + v_0$$

$$x(t) = x_0 + \int_0^t v(t) dt = x_0 + \int_0^t (at + v_0) dt = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + x_0$$

Bei unserem Fallturm

$$x(t) = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow a = \frac{2x}{t^2}$$

$x[\text{m}]$	$t[\text{ms}]$	$\frac{2x}{t^2}[\text{m s}^{-2}]$
0.45	304.1	9.7321696
0.9	429.4	9.7622163
1.35	525.5	9.7772861
1.80	606.8	9.7771293

$$x(t) = \frac{1}{2} gt^2, \quad g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$$

Die Erdbeschleunigung g ist f\ur{} alle K\o{}rper gleich (Naturgesetz).

7.1.2 Bewegung im Raum

1. **TODO** Skizze 2 Ortsvektor:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x(t) & y(t) & z(t) \end{pmatrix}^T$$

Durchschnittsgeschwindigkeit

$$\frac{\Delta \vec{r}_{12}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta t} = \vec{v}_D$$

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}(t) = \begin{pmatrix} \dot{x}(t) & \dot{y}(t) & \dot{z}(t) \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} v_x & v_y & v_z \end{pmatrix}^T$$

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}}(t) = \ddot{\vec{r}}(t) = \begin{pmatrix} \ddot{x} & \ddot{y} & \ddot{z} \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} a_x & a_y & a_z \end{pmatrix}^T$$

→ Superpositionsprinzip:

Kinematik kann für jede einzelne (Orts)komponente einzeln betrachtet werden.

$$\vec{a}_0 = \text{const}$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t-t_0) + \frac{1}{2}\vec{a}(t^2-t_0^2) = \begin{pmatrix} x_0 + v_{x,0}(t-t_0) + \frac{1}{2}a_{x,0}(t^2-t_0^2) \\ y_0 + v_{y,0}(t-t_0) + \frac{1}{2}a_{y,0}(t^2-t_0^2) \\ z_0 + v_{z,0}(t-t_0) + \frac{1}{2}a_{z,0}(t^2-t_0^2) \end{pmatrix}$$

2. Horizontaler Wurf

3. **TODO** Skizze 3

$$t_0 = 0$$

$$\vec{a}_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -g \end{pmatrix}^T$$

$$\vec{v}_0 = \begin{pmatrix} v_{x,0} & 0 & 0 \end{pmatrix}^T$$

$$\vec{x}_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}^T$$

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} v_{x,0}t & 0 & \frac{1}{2}gt^2 \end{pmatrix}^T$$

4. Schiefer Wurf

$$\vec{a}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{pmatrix}$$

$$\vec{v}_0 = \begin{pmatrix} v_{x,0} \\ 0 \\ v_{z,0} \end{pmatrix}$$

$$\vec{r}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ z_0 \end{pmatrix}$$

$$r(t) = \begin{pmatrix} v_{x,0}t \\ 0 \\ -\frac{1}{2}gt^2 + v_{z,0}t + z_0 \end{pmatrix}$$

$$z(x) = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_{x,0}^2} x^2 + \frac{v_{z,0}}{v_{x,0}} x + z_0$$