Physik 1 Skript

Tom Herrmann

25. April 2019

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung **3**
1.1 Übungsgruppen . . . 3
1.2 Klausurbonus . . . 3
1.3 Buchempfehlungen . . . 3

I Vorlesung 1 **3**

2 Was ist Experimentalpyhsik? **3**

3 Was macht ein gutes Experiment aus? **3**

4 SI-Einheiten **3**
4.1 Dimension . . . 4

II Vorlesung 2 **4**

5 Wiederholung **4**
5.1 Definitionen . . . 4

6 Kinematik des Massenpunktes **4**
6.1 Behauptung . . . 5
6.2 1-dimensionale Bewegung . . . 5

III Vorlesung 3 **6**

7 3.3.4 Spezialfälle **7**
7.1 Gleichförmige Bewegung . . . 7
7.2 konstante Beschleunigung . . . 7

8 3.4 3-Dimensionale Bewegung (Vektoren) **7**

IV Vorlesung 4 **7**

V Vorlesung 5 **11**

9 Newton Axiome **11**

10 Inertialsysteme **11**

11 Gravitation **11**

11.1 Erdbeschleunigung 11

12 Trge und schwere Masse **12**

1 Einführung

peter.schleper@physik.uni-hamburg.de

1.1 Übungsgruppen

Es gibt 4 Übungsgruppe und eine davon ist auf Englisch.

1.2 Klausurbonus

Es müssen 50% der Aufgaben richtig abgegeben worden sein des jeweiligen Teils (Experimantal und theoretische Physik) um einen Klausurbonus zu erhalten. Der Klausurbonus ermöglicht es mit nur 30% der benötigten Punktzahl die Klausur zu bestehen.

1.3 Buchempfehlungen

Gerthsen "Physik"Verlag Springer ist das Buch mit dem er gelernt hat.

Teil I
Vorlesung 1

2 Was ist Experimentalpyhsik?

Die ersten Leute die sich gedanken in Richtung Physik gemacht haben waren Philosophen und erst ab dem 17 Jahrhundert fing der Umschwung an. Dabei war der Gedanke einfach Erkenntnisse über die Natur zu erlangen und dies wenn möglich zu vereinfachen. Wie Einstein aber sagte: "Dinge zu vereinfachen ist gut, sie einfacher zu machen als sie eigentlich sind aber nicht"

3 Was macht ein gutes Experiment aus?

- Naturbeobachtung
- reproduzierbar
- Naturgesetzte daraus ableiten

4 SI-Einheiten

x = 1.307m $\rightarrow$ Einheit $[x]$ $\Rightarrow$ = Meter ; dim x = Länge definieren Standards

- [Zeit] = SI: s - cgs: s
- [Lngen] = SI: m - cgs: cm
- [Masse] = SI: kg - cgs: g

4.1 Dimension

[Länge] $= 1m$
[Flche] $= 1m^2$
[Volumen] $= 1m^3$
[Geschwindigkeit] $= 1\frac{m}{s}$
[Zeit] $= 1s$
[Kraft] $= 1N = 1\frac{kg \times m}{s^2}$
[Leistung] $= 1W = 1\frac{N}{s^2} = 1\frac{kg \times m}{s^3}$
Sämtliche Terme einer Gleichung müssen dem entsprechend die gleiche Dimension haben

Teil II
Vorlesung 2

5 Wiederholung

Wichtige Faktoren für ein gutes Experiment

- Reduzierung von Naturerscheinungen
- Vereinfachung
- Systematisch
- Qualitativ
- Reproduzierbar

5.1 Definitionen

Eine Sekunde wird am besten über die Atomphysik definiert und zwar über die Cs Atome.
Ein Meter ist über die Lichtgeschwindigkeit Definition. 1m = c * $\frac{1s}{299792458m}$
Die Masse wird definiert über ein sogenanntes Urkilogramm. Sprich über eine Masse werden alle anderen Massen definiert.
Stromstärke: A wird ebenfalls über ein Experiment definiert.
Stoffmenge: mol
Temperatur: Kelvin   k
Alle Naturkonstanten wurden letztes Jahr (2018) dabei neu definiert um eine höhere Genauigkeit zu gewährleisten

6 Kinematik des Massenpunktes

Ein realer Körper:

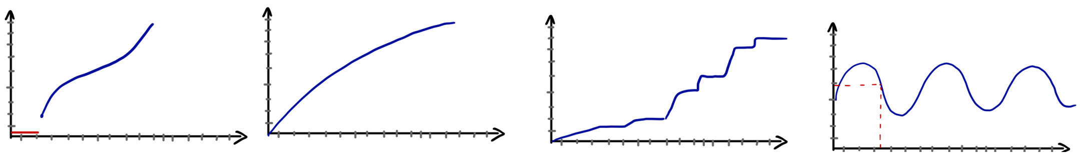
- Translation
- Rotation
- Deformation

Aber nun reden wir über einen starren Körper also einen Körper bei dem alle Abstände innerhalb des Körpers unabhängig von der Zeit gleich bleiben **(keine Deformation)**.

Auf den Massepunkt wirkt ebenfalls keine Rotation in diesem Beispiel. Was allerdings nicht heißt dass man in der realen Welt die Rotation (SPIN) einfach vernachlässigen kann egal wie klein dieses Teilchen auch sein möge.

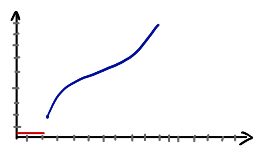
6.1 Behauptung

Man kann 2-Dimensionale Bewegungen beschreiben.



x-Achse = Zeit t; y-Achse= Position x

6.2 1-dimensionale Bewegung

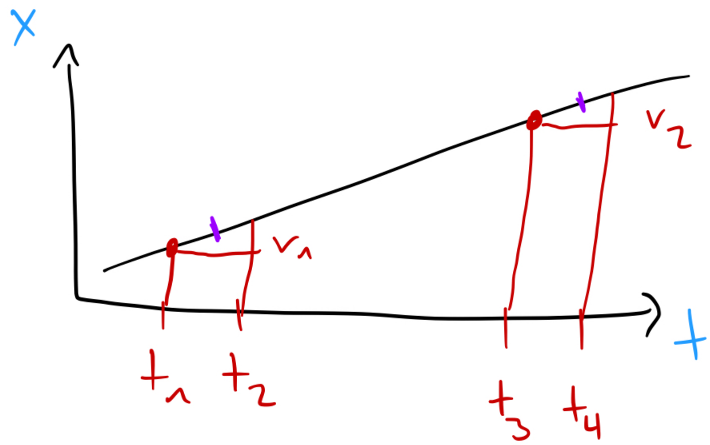


$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Leftrightarrow \lim_{\Delta t \to 0}$$

Die Geschwindigkeit ist natürlich immer eine Durchschnittsangabe da es über eine gewisse Zeitspanne angeben wird.

Teil III
Vorlesung 3

v $= \dot{x}$ v $= \frac{dx}{dt}$
a $= \dot{v} = \ddot{x}$ a $= \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$
Mittelwerbeschleunigung $= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\frac{x_4-x_3}{t_4-t_3} - \frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}}{t_3-t_1}$



$$v = \frac{dx}{dt} \to x_(t) = x_0 + \int_t^{t_0} vdt$$

$$a = \frac{dv}{dt} \to v_(t) = v_0 + \int_t^{t_0} adt$$

$x_(t)$ bei gegebenen $a(t)$
$x(t) = x_0 + \int_t^{t_0} (v_0 + \int_t^{t_0} a_{(t)} dt) dt$

$v(t)$ aus $a(x)$:
v $= \frac{dx}{dt}$ dt $= \frac{dx}{v}$
a $= \frac{dv}{dt}$ dt $= \frac{dv}{a}$
darauf ergibt sich $\frac{dx}{v} = \frac{dv}{a} \Leftrightarrow \int_{v_1}^{v_0} vdv = \int_{x_1)}^{x_2} a_(x)dx$ durch weiteres umformen kommt man zum ausdruck:

$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = \int_x^{x_0} a_{(x)} dx$$

Wenn man nun die Masse mit einbezieht kommt man zur klassischen kinetischen Energie

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \int_x^{x_0} a_(x)dx$$

7 3.3.4 Spezialfälle

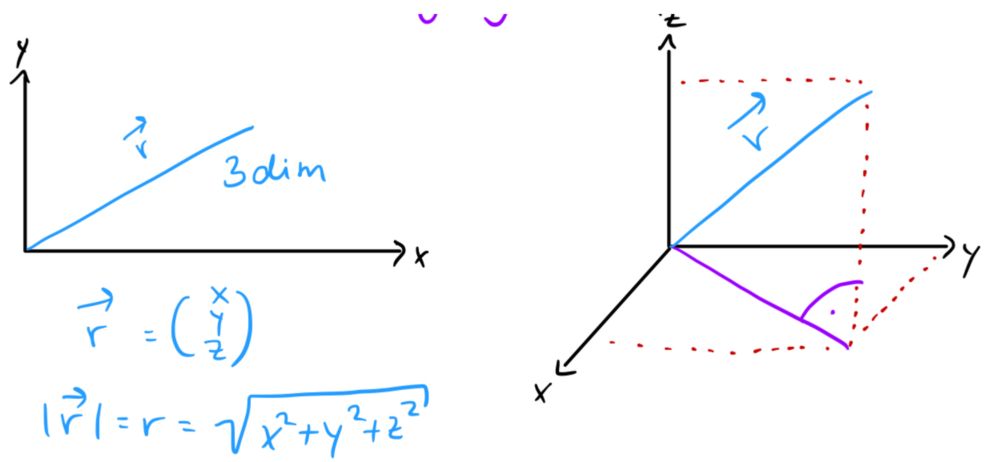
7.1 Gleichförmige Bewegung

a $= 0 \Leftrightarrow v = v_0 \qquad x_{(t)} = x_0 + v_0(t - t_0)$
Also ist die Geschwindigkeit konstant

7.2 konstante Beschleunigung

a = const $\qquad v = v_0 + a(t - t_0)$
$x = x_0 + \int_{t_0}^{t} (v_0 + a(t - t_0))dt)$
$= x_0 + \int_{t_0}^{t} v_0 dt + a \int_{t_0}^{t} (t - t_0)dt$
$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$
Wahl des Koordinaten Systems:
t=0 und x=0 Gleichförmige Bewegung: $a = 0; v = v_0 \rightarrow x = v * t$
konstante Beschleungung: $a = const; v = v_0 + at; x = vt + \frac{1}{2}at^2$

8 3.4 3-Dimensionale Bewegung (Vektoren)



Sofern es keinen Vektorpfeil über einem Vektor gibt ist meist die Länge des Vektors gemeint
$\vec{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad \|\vec{r}\| = r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
$\Leftrightarrow v_x = \frac{dx}{dt} \qquad v_y = \frac{dy}{dt} \qquad v_z = \frac{dz}{dt}$
Beschleunigung $a_x = \frac{d\vec{r}}{dt}\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

Teil IV

Vorlesung 4

Zusammenfassung am 23. April 19

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

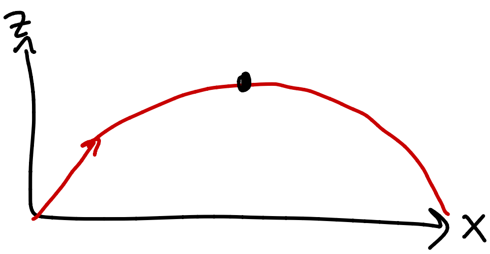
$$\vec v = \dot{\vec r} = \frac{d}{dt}\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot x \\ \dot y \\ \dot z \end{pmatrix}$$

$$\vec a = \dot{\vec v} = \ddot{\vec r}$$

Bsp: $\frac{d}{dt}(\dot{\vec r} \times \vec r)$

Klammer vor Punkt vor Strich vor Ableitung

Bsp. Kapitel 3.4.1.: schiefer Wurf



Anfangsgeschw $\vec v_0 = \begin{pmatrix} v_{0x} \\ 0 \\ v_{0z} \end{pmatrix}$

Beschleunigung $\vec a = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ a_z \end{pmatrix}$ $a_z = -9{,}81 \frac{m}{s^2}$

Spezialfall: $\vec a = \text{const}$

$$\vec r = \cancel{\vec r_0} + \vec v_0 (t - \cancel{t_0}) + \frac{1}{2} a (t - \cancel{t_0})^2$$

Koord $\vec r_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} m$ $t_0 = 0s$

$$\vec r = \vec v_1 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{0x} \cdot t \\ 0 \\ v_{0z} \cdot t \end{pmatrix} + \frac{1}{2}\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ a_z \cdot t^2 \end{pmatrix}$$

$x = v_{0x} \cdot t$

$\Rightarrow y = 0$

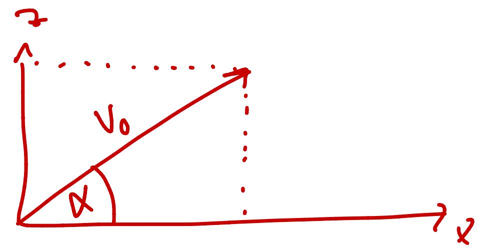
$z = v_{0z} \cdot t + \frac{1}{2} a_z t^2$

höchster Punkt des schiefen Wurfs:

$$v_z(t)_m = 0 \quad \Rightarrow v_z = v_{0z} + a_z t_m = 0$$

$$t_m = -\frac{v_{0z}}{a_z}$$

$$t_{total} = 2t_m = -2\frac{v_{0z}}{a_z}$$



$$\Rightarrow x = v_{0x}\cdot t$$

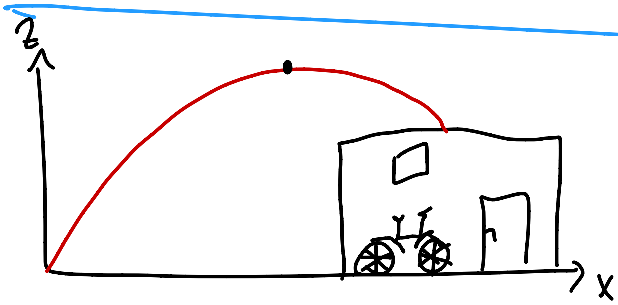
$$x_{total} = v_{0x}\cdot t_{total} = -2\,\frac{v_{0z}v_{0z}}{a_z}$$

Als Funktion des Winkels:

$$\frac{d}{d\alpha}x_{total}(\alpha) = 0 \Rightarrow \text{Max Wurfweite}$$

$$v_{0x} = v_0\cdot\cos\alpha$$

$$v_{0z} = v_0\cdot\sin\alpha$$



Heute wollen wir über Kräfte reden

Kapitel 4 Dynamik von Massenpunkten:

4.1: Newton'sche Axiome

- Trägheitsprinzip
  - gleichförmig gradlinig, falls keine äußeren Kräfte wirken
- Aktionsprinzip
  - Änderung des Impulses kann nur proportional zur Kraft und in Richtung der Kraft (äußeren) stattfinden.

$$\text{Impuls} = \vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = \vec{F}$$

$$[F] = \frac{kg \cdot m}{s^2} = 1N$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dt}(m \cdot \vec{v}) = \dot{m}\vec{v} + m \cdot \dot{\vec{v}}$$

$$= \dot{m}\vec{v} + m \cdot \vec{a} = \vec{F}$$

falls $m = const$ $\Rightarrow m \cdot \vec{a} = \vec{F}$

Teil V
Vorlesung 5

9 Newton Axiome

- **Trägheitsprinzip** Ein Körper bleibt in Ruhe oder gleichförmiger Bewegungn wenn keine resultierende äußere Kraft wirkt.
- **Aktionsprinzip** Ein Körper wird in Richtung der resultierenden äußeren Kraft beschleunigt und es gilt
$$\vec{F} = m * \vec{a}$$
, mit m = Masse des Körpers (Konstant) und $\vec{a}$ der resultierender Beschleunigungsvektor.
$\vec{F} = \sum \vec{F_i}$
- **actio = reactio** Die Kräfte treten immer Paarweise auf: Wenn der Körper A eine Kraft $\vec{F}_A^{(B)}$ auf einen Körper B ausübt, dann wirkt eine gleichgroße, aber entgegengesetzte gerichtete Kraft $\vec{F}_B^{(A)}$ von B auf A.
$\vec{F}_A^{(B)} = -\vec{F}_B^{(A)}$

10 Inertialsysteme

In einem Intertialsystem gilt $F = m * a$ in seiner reinsten Form. Es ist damit ein Bezugssystem, in welchem sich ein kräftefreier Körper gradlinig gleichförmig bewegt. Die **Newtonschen Axiome** gelten damit **nur in Intertialsystemen**

11 Gravitation

$\vec{F}_{12} = G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}\frac{\vec{r_{21}}}{\overrightarrow{r_{21}}}$

$$\vec{F}_G = m \cdot \vec{a}_G$$

$$F_G = m \cdot g$$

$$\vec{F}_{12} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \hat{e}_{21}$$

g ist ortsabhngig, m ist eine intrinsische Eigenschaft.
Dabei ist $G = 6,67 * 10^{11} \frac{m^3}{kgs^2}$

11.1 Erdbeschleunigung

Die Annahme zum Ausrechnen der Erdbeschleunigung ist dass der Masseschwerpunkt im Mittelpunkt der Masse ist.

$$F_k = G\frac{M_E * m_k}{(r_E + h)12} \quad h << r_E$$

$$F = G\frac{M_E}{r_E^2} * m_k = g * m_k$$

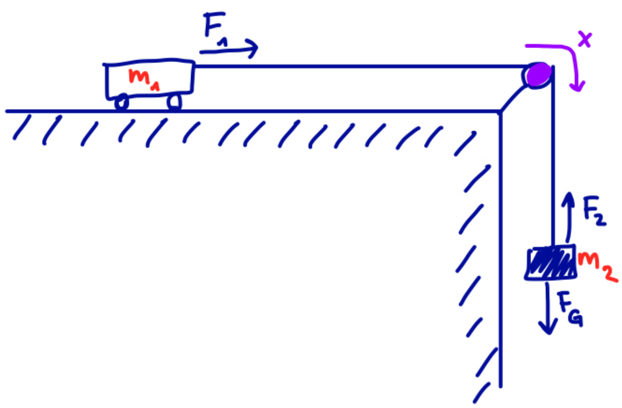
$\Rightarrow g = 9.81\frac{m}{s^2}$
Zum Momentananen Stand besprechen wir dabei nicht die Fluchtgeschwindigkeit. Diese wird aber zu einem späteren Zeitpunkt noch besprochen.

Da die Erde eine so große Masse hat ist die beschleunigung dem entsprechend für uns klein $1 >> a$ wie aus $F = m * a$ folgt.

12 Trge und schwere Masse

$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m_{träge} * \vec{v})$
G mit $\vec{F}_G = G\frac{m_{1,schwer} * m_{2,schwer}}{r^2} * \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}} = g * m_{schwer}$
Durch Experimente durchgeführt von **Eötvös** folge $m_{schwer} = m_{träge}$ für alle Stoffe

$$G\frac{m_{träge} * a}{\frac{m:Em_{schwer}}{r^2}} = konst = \frac{m_{träge}}{m_{schwer}} = \frac{a * r^2}{G * m_E}$$



$m_1a_1 = F_1$ (träge)
$m_2a_2 = F_2 + F_G$ (träge)
$F_1 = -F_2$
Der Faden muss gespannt bleiben.
$a_1 = a_2$
$\Rightarrow m_1a = -m_2a$
$F_1 = -F_2$
$m_{1,träge}a_1 = F_1 = -F_2 = -(m_{2,träge}a_2 - F_G)$
mit $F_G = -m_{2,schwer}g$
$m_{1,träge}a = -m_{2,träge} - m_{2,schwer}g$

$$a = \frac{m_{2,schwer}}{m_{1,träge} + m_{2,träge}}g$$