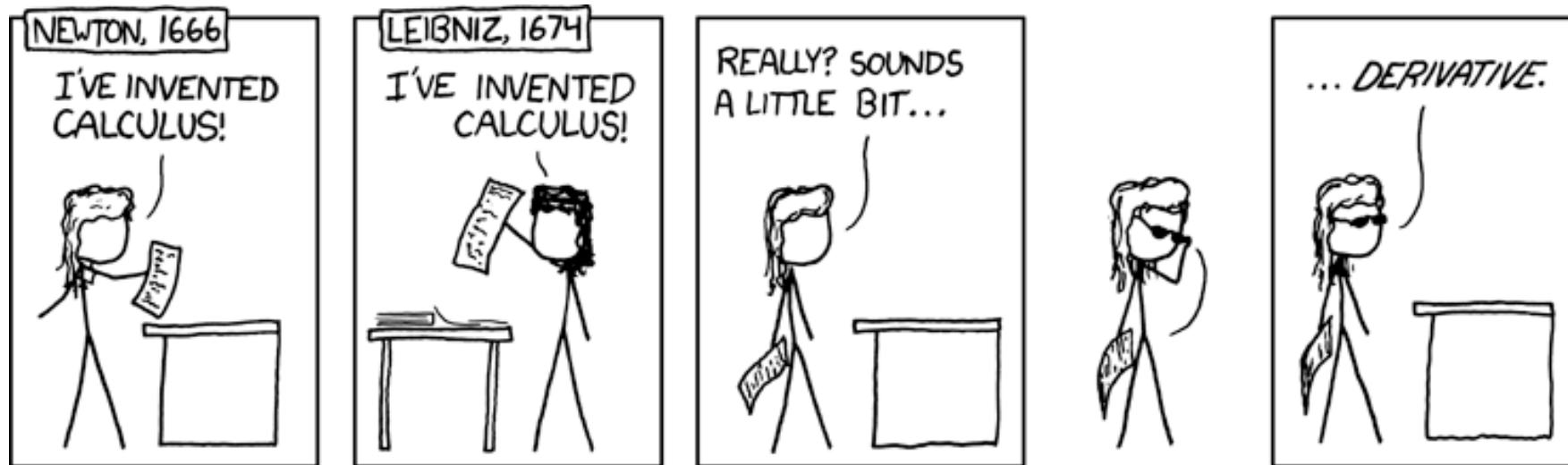


Citius, altius, fortius

Physik 1 für Chemiker und Biologen Besprechung der 3. Vorlesung



<https://xkcd.com/626/>

Themen:

- Bewegungen in 1, 2 und 3 D
- Freier Fall und Flugbahnen
- Kräfte und Bewegung
- Newtonschen Axiome

Prof. Dr. Ralf Jungmann

Jungmann@physik.lmu.de

Prof. Dr. Jan Lipfert

Jan.Lipfert@lmu.de

Administratives: Übungen

- Heute und morgen wird das 2. Übungsblatt (Statistik, Messfehler, Einheiten) in den Übungen besprochen.
- Heute stellen wir das 3. Übungsblatt (Bewegungen; Newtonsche Axiome) online.
- Wir werden im Semester die App „Phyphox“ (physical phone experiments) benutzen.



- Chance, selber Experimente zu machen!
- Crash-Kurs in „basic data literacy“.
- **Die Aufzeichnung eines Sondertutoriums dazu stellen wir online.**

Zusammenfassung: Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

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

$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 8 \text{ km} / 30 \text{ min} = 16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Mittlere Geschwindigkeit:

$$\bar{v} = \langle v \rangle = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

(Momentan-)

Geschwindigkeit:

(Latein: „**velocitas**“

Englisch: „**velocity**“)

$$v(t) = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$$

↳ Abkt

Mittlere Beschleunigung:

$$\bar{a} = \langle a \rangle = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

(Momentan-)

Beschleunigung:

(Latein: „**acceleratio**“

Englisch: „**acceleration**“)

$$a(t) = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{d^2 x}{dt^2} = \dot{v} = \ddot{x}$$

Zusammenfassung: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

$$a = \text{const} \quad \longrightarrow \quad \text{Annahme}$$

$$v = at + v_0 \quad v_0 \text{ ist } v \text{ zur Zeit } t=0$$

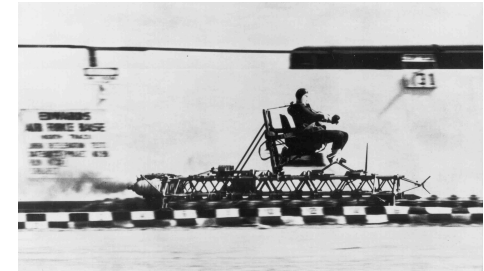
$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \quad x_0 \text{ ist } x \text{ — } a \text{ —}$$

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

$$x = \int_0^t v(t') \, dt' = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

Dr. Stapp, revisited

Dr. Stapp steigt in seinen Raketenschlitten *Sonic Wind No. 2*, der auf einer geraden, horizontalen und 1070 m langen Spur fährt. Der Schlitten beschleunigt aus der Ruhe in 1,80 s auf seine Endgeschwindigkeit von 447 m/s (1000 mi/h). Was ist die Beschleunigung des Schlittens, unter Annahme konstanter Beschleunigung?

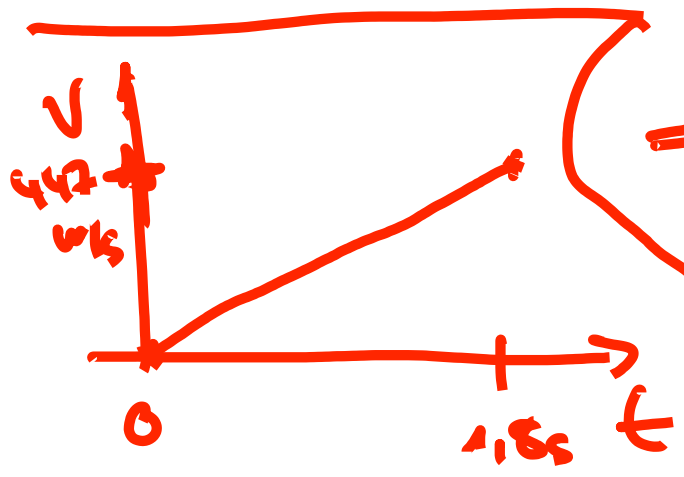


https://de.wikipedia.org/wiki/John_Paul_Stapp

$x_0 = 0$; $v_0 = 0$; $t = 0$ "fährt los"

$v = at \Rightarrow a = \frac{v}{t} = \frac{447 \text{ m/s}}{1,80 \text{ s}}$

$= 248 \text{ m/s}^2$



$1000 \frac{\text{mi}}{\text{h}} \cdot \frac{1609 \text{ m}}{1 \text{ mi}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 447 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$1609 \text{ m} = 1 \text{ mi}$



https://de.wikipedia.org/wiki/John_Paul_Stapp

Zusammenfassung: Newtons Axiome

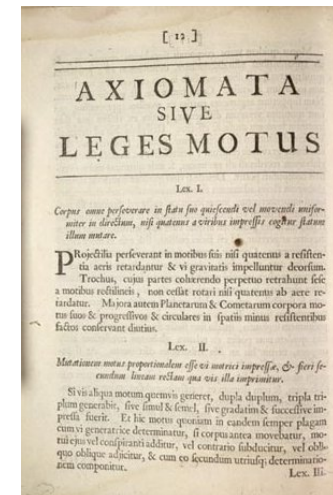
<p>1. Axiom Trägheitsprinzip</p>	<p>Ein Körper ändert ohne effektive Kraft seine Geschwindigkeit nicht.</p>
<p>2. Axiom Aktionsprinzip</p>	<p>Beschleunigung ist proportional zur Kraft und umgekehrt proportional zur Masse.</p> $\vec{F} = m\vec{a}$
<p>3. Axiom Reaktionsprinzip</p>	<p>Kräfte treten immer paarweise auf. Actio = Reactio. $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$</p>

Newton's Axiome sind ein Spezialfall/Grenzfall der Quantenmechanik (sehr kleine Objekte verhalten sich anders) und der speziellen Relativitätstheorie (sehr schnelle Objekte verhalten sich anders).



https://de.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton

Isaac Newton
(1642-1727)



https://de.wikipedia.org/wiki/Newton'sche_Gesetze

Principia
Mathematica
(1687)

Verständnisfrage Newtonsche Axiome

Zwei Kräfte wirken auf einen Block, der auf einer reibungs-freien Unterlage liegt. Wie groß muss eine dritte horizontale Kraft F_3 sein, falls sich der Block (i) in Ruhe befindet und (ii) mit einer konstanten Geschwindigkeit von 5 m/s nach links bewegt?

A) -3 N, -8 N

B) 0 N, 0 N

C) -3 N, -3 N ✓

D) 0 N, -5 N

$$F_{\text{ges}} = 0$$

$$F_{\text{ges}} = \sum_i F_i$$

$$= F_1 + F_2 + F_3 = 6\text{N} - 3\text{N} + F_3$$

$$\Rightarrow F_3 = -3\text{N} \text{ damit } F_{\text{ges}} = 0$$

$$F_2 = -3\text{ N} \quad F_1 = 6\text{ N}$$



\xrightarrow{x}

Allgemeine Lösungsstrategie zu „F=m•a Fragen“

① Skizze!

② Definiere
Koordinatensystem

③ $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$
komponentenweise

④ Falls $\vec{F} \neq 0$
 \Rightarrow Beschleunigung!

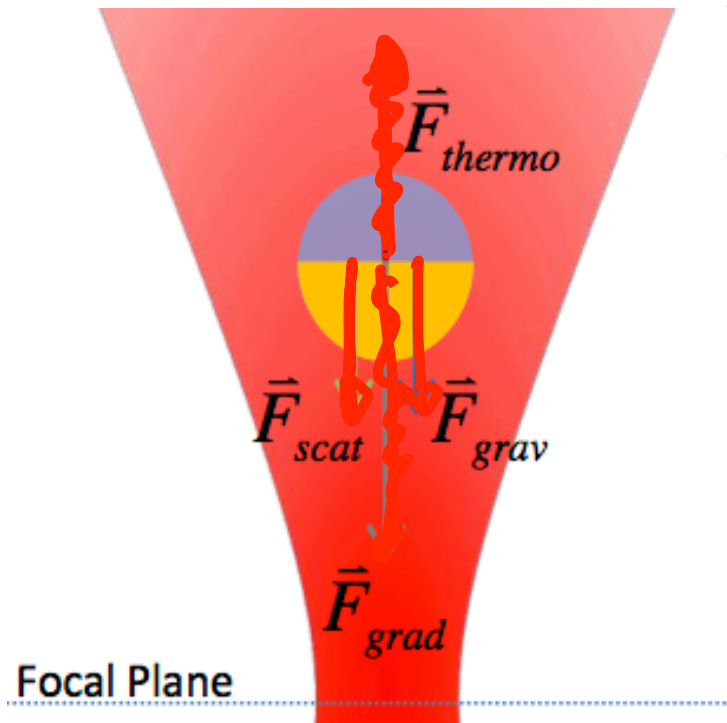
$$F_x = m a_x$$

$$F_y = m a_y$$

$$F_z = m a_z$$

Beispiel aus der aktuellen Forschung

“Janus” Teilchen (eine Hälfte ist mit Gold überzogen) in einer optischen Falle:



F_{thermo} = Thermische Kraft,
durch Temperatur-Gradienten

F_{grav} = Schwerkraft

F_{scat} = „Scattering force“, durch Laserstreuung

F_{grad} = Gradienten-Kraft,
durch die optische Falle

Wie verhält sich das „Janus“ Teilchen?

A) Es wird seitlich abgelenkt.

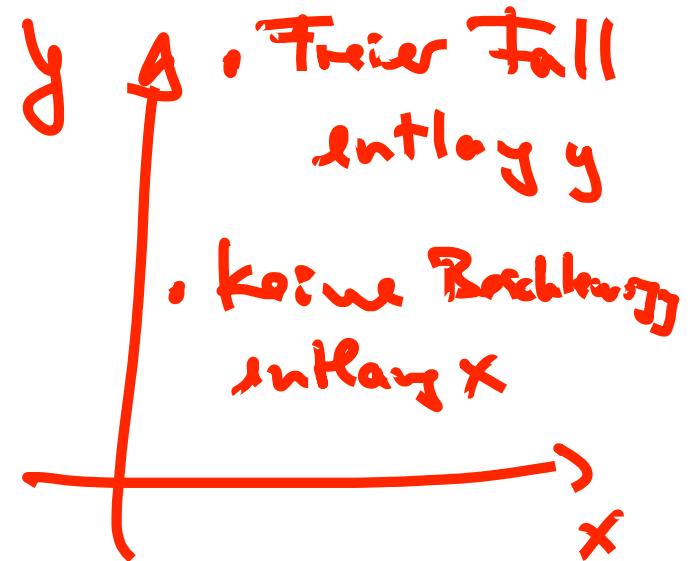
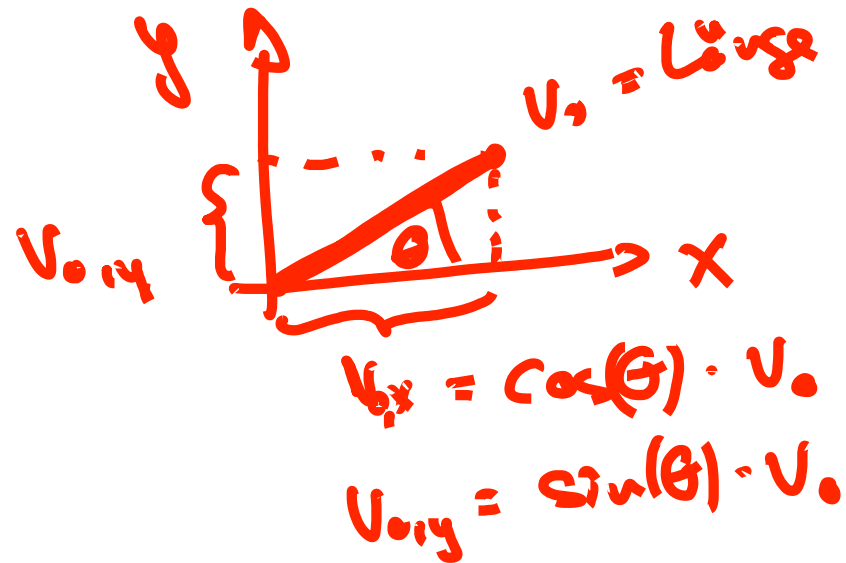
B) Es wird nach oben beschleunigt.

C) Es wird nach unten beschleunigt. ✓

D) Es bleibt wo es ist.

Siehe auch:
Simoncelli, Johnson, Kriegel, Lipfert & Feldmann
ACS Photonics (2017)

Notizen



$$x(t) = 5t^5 + 6t^3 + t + 10$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = 25t^4 + 18t^2 + 1$$

Notizen

Luftschiene:

