Physik I

Übungsstunde 1

27.09.2021

- Intro
- Einheiten
- Mathe Recap

Jesse Zhang, zhangje@ethz.ch

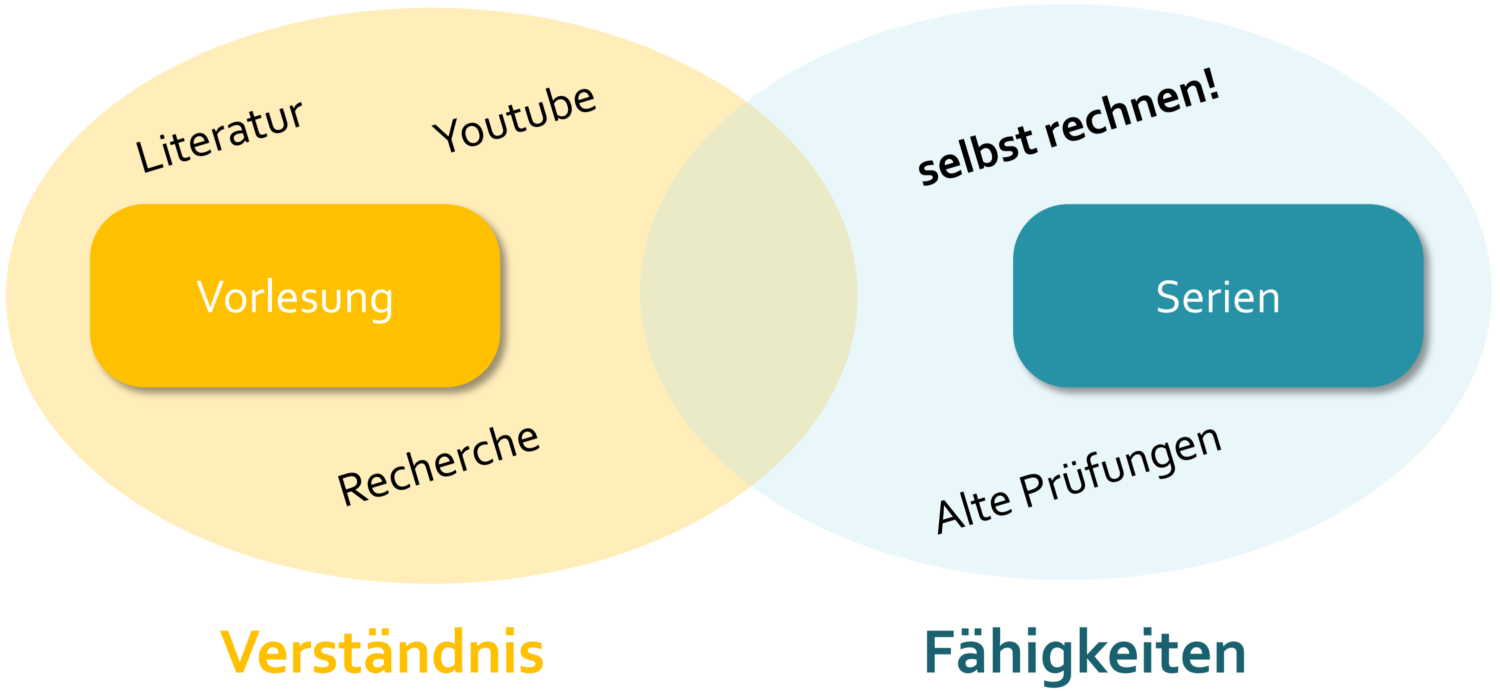
Vorlesungen & Übungen in der Physik

Vorlesung

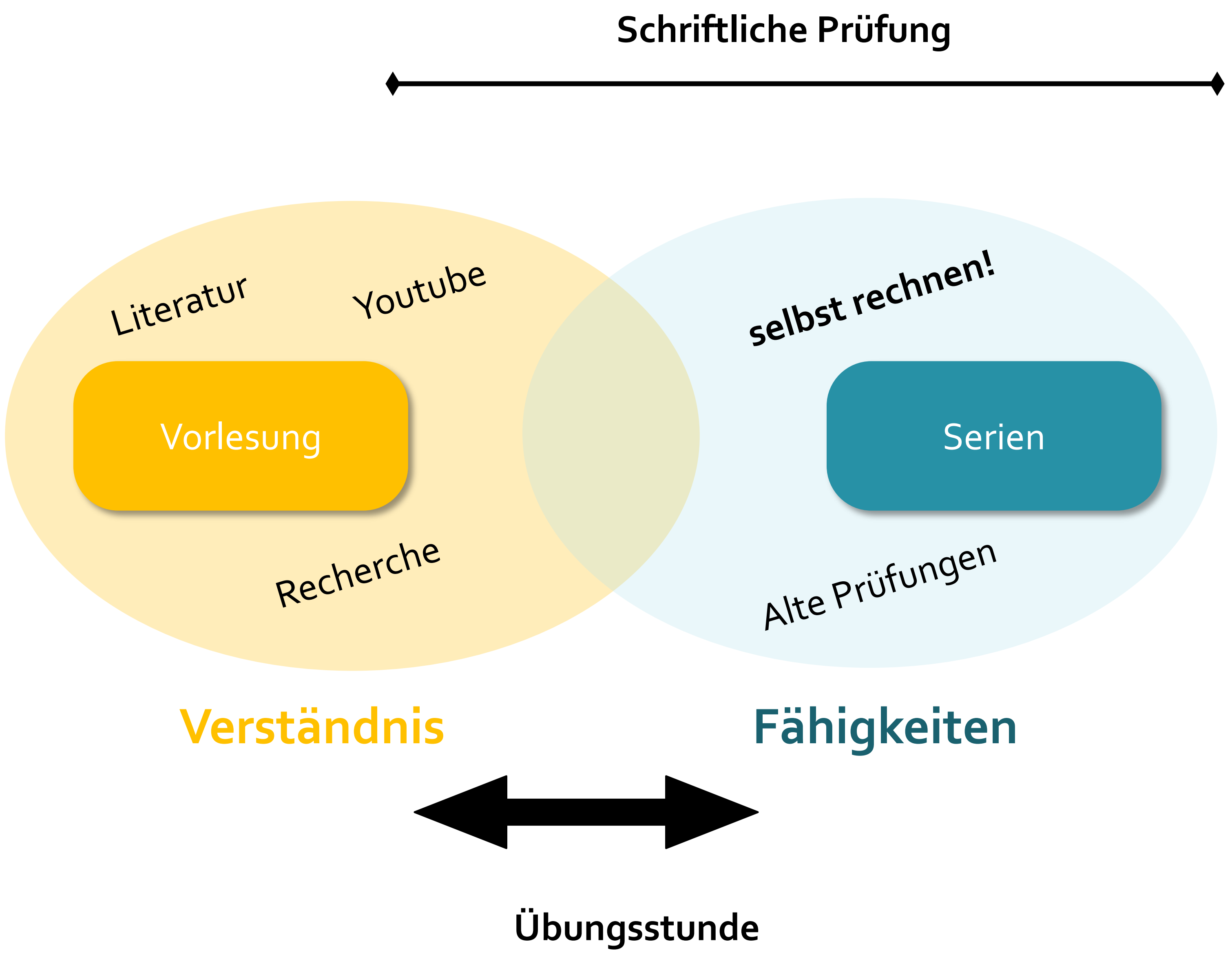
Serien

Was ist der Zusammenhang?

Vorlesungen & Übungen in der Physik



Vorlesungen & Übungen in der Physik

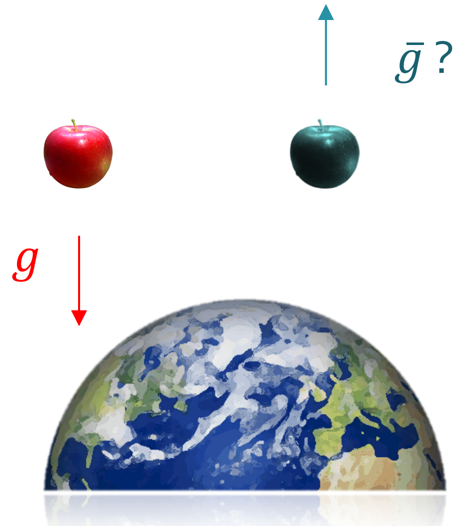


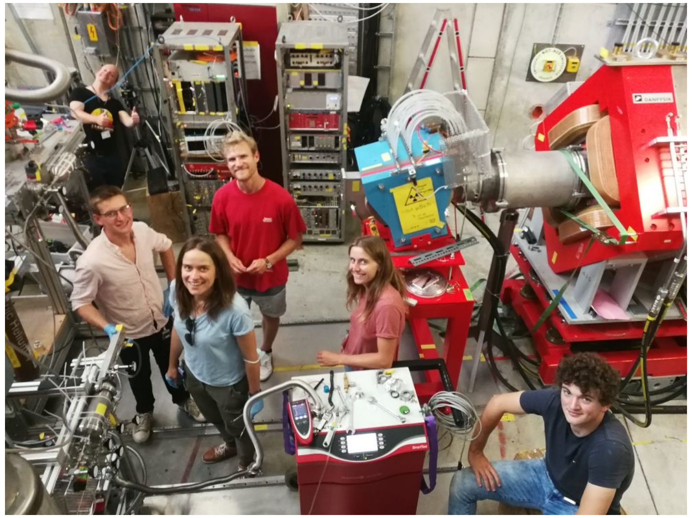
Wer bin ich?

- Jesse Zhang
  - zhangje@ethz.ch
  - HPZ G31.2

Wer bin ich?

- Jesse Zhang
  - zhangje@ethz.ch
  - HPZ G31.2
- BSc and MSc Interdisziplinäre Naturwissenschaften ETH Zürich
- PhD in Gruppe Soter
  - Low Energy Particle Physics





Wer seid ihr?

- Name
- Studiengang
- Hobbies
- Bezug zur Physik

Kurztest

- Verständnisfragen
  - 3 MC Fragen
  - https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=14980
- Verbesserung der Schlussnote um bis 0.25
- Anfangs der Übungsstunde
  - 15:45-16:00
  - max. Bearbeitungszeit: 10 min
- Erster Test: 04.Oktober 21

Beispielsfrage: Einheiten

Welche der nachfolgenden physikalischen Formeln kann <u>nicht</u> korrekt sein?

$a)\, y(t) = y_0 \exp(-\omega t + x\frac{2\pi}{\lambda})$

t Zeit, y Auslenkung, y_0 Länge, ω Kreisfrequenz, x Position, λ Wellenlänge

$\mathrm{b)}\, \Omega = \binom{2N+K}{K}$

Ω Multiplizität, N & K einheitenlose Zahl

$c)\, prob(x)\ \alpha\ \exp(-\frac{k*x}{k_B T})$

k Federkonstante $[k]$ = N/m , k_B Boltzman Konstante $[k_B]$ = J/K, T Temperatur

$d)\, v = \sqrt{\frac{3\, k_B T}{m}}$

m Masse

https://pollev.com/jessezhang348

Beispielsfrage: Ort-Geschwindigkeit-Beschleunigung

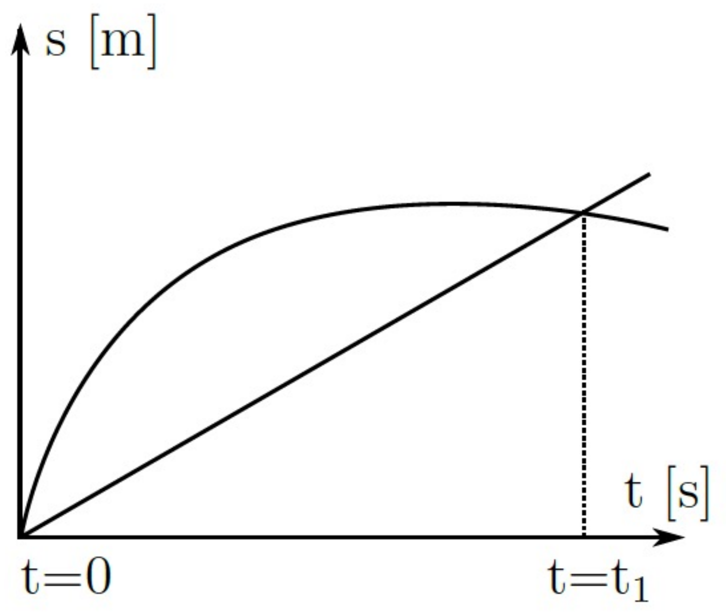
Der Graph rechts zeigt die Position s von zwei Objekten als Funktion der Zeit t.
Welche Aussage ist richtig?

a) Zur Zeit t_1 haben beide Objekte die selbe Geschwindigkeit

b) Beide Objekte beschleunigen während des gesamten dargestellten Vorgangs.

c) Zur mindestens einer Zeit $t < t_1$ haben beide Objekte die gleiche Geschwindigkeit.

d) Für einen Zeitpunkt im dargestellten Zeitintervall haben beide Objekte die gleich Beschleunigung.



Zusammenfassung

Physikalische Einheiten

Lernziele

- Unterschied zwischen SI Einheiten und Abgeleitenen Einheiten kennen
- SI Einheiten für Länge, Zeit, Masse kennen
- Einheiten nutzen um physikalische Grössen zu beschreiben

Physikalische Einheiten

Zu jeder Zahlenangabe in der Physik gehört die physikalische Einheit.
Die Einheit ist wichtig, um verschiedene Angaben zu vergleichen.

Schreibweise:

$[a] =$ "Einheit von a"

Beispiele:

$[t] = \text{s}$

$[s] = \text{m}$

$[v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{\text{m}}{s}$

Physikalische Einheiten

Zu jeder Zahlenangabe in der Physik gehört die physikalische Einheit.
Die Einheit ist wichtig, um verschiedene Angaben zu vergleichen.

Schreibweise:
$[a] =$ "Einheit von a"

Beispiele:
$[t] =$ s
$[s] =$ m
$[v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{\mathrm{m}}{s}$

SI Einheiten:

International Genormte Einheiten

Basiseinheiten:

kg s m mol K A cd

Abgeleitete Einheiten:
(aus Basiseinheiten kombiniert)

z.B.:

Newton
N = $\frac{\mathrm{kg\ m}}{\mathrm{s}}$

Joule
J = $\frac{\mathrm{kg}\ m^2}{\mathrm{s}^2}$

Rechnen mit Einheiten

Es gelten ähnliche Regeln wie beim Rechnen mit Variablen!

Multiplikation und Division $5\ \mathrm{m} \cdot 10\ \mathrm{m} = 50\ \mathrm{m}^2$ $\qquad \frac{2\ \mathrm{m}}{4\ \mathrm{s}} = 0.5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Unterschiedlichen Einheiten können einfach multipliziert / dividiert werden

Addition und Subtraktion $2\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} + 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 2\ \frac{10^3\ \mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s}} + 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \left(\frac{2}{3.6} + 1\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1.56\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Zusammenfassen geht nur bei identischen Einheiten $2\ \mathrm{m} + 300\ \mathrm{mm} = 2\ \mathrm{m} + 300 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m} = 2.3\ \mathrm{m}$

Gleichungen

Auf beiden Seiten müssen immer die Einheiten übereinstimmen!

Mathematische Funktionen

Innerhalb von cos, sin, tan, exp, log dürfen keine Einheiten übrig bleiben!

Wie Einheiten helfen können

Mit Einheiten lassen sich manche Grössen besser verstehen.
Zum Beispiel:

Geschwindigkeit $[v] = \frac{m}{s}$

Wieviele Meter <u>pro</u> Sekunde legt etwas zurück?

Druck $[P] = Pa = \frac{N}{m^2}$

Wieviele Newton wirken <u>pro</u> Quadratmeter auf einen Körper?

Beschleunigung $[a] = \frac{m}{s^2}$

Um wieviele Meter <u>pro</u> Sekunde ändert sich die Geschwindigkeit <u>pro</u> Sekunde?

Frequenz $[f] = Hz = \frac{1}{s}$

Wie oft wiederholt sich ein Vorgang <u>pro</u> Sekunde?

Aufgabe: Schrecksekunde

Ein Auto fährt mit der Geschwindigkeit 70 km/h auf einer Landstraße.
Plötzlich springt ein Reh auf die Fahrbahn.
Der Fahrer ist etwas abgelenkt und startet die Vollbremsung erst
nach einer ganzen Sekunde.

Frage: Um welche Strecke ist das Auto in dieser Sekunde bereits weitergefahren?

[Lösung <u>ohne</u> die Formel nachzuschauen]

Lösung: Schrecksekunde

1. Betrachte die Dimension der angegebenen Geschwindigkeit:

"Kilometer <u>pro</u> Stunde" ist eine Einheit für Geschwindigkeit

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} = [v] = \frac{[s]}{[t]}$$

2. "Errate" die Formel aus der angegebenen Einheit

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} = [v] = \frac{[s]}{[t]} \qquad \Rightarrow v = \frac{s}{t}$$

3. Umstellen und ausrechnen

$$s = v \cdot t = 70\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 1\ \text{s}$$

$$s\,(t = 1s) = \frac{70}{3.6} \cdot \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{s}} = 19.4\ \text{m}$$

Verständnisfrage: Bergsteiger Proviant

Am Mount Everest nehmen die Bergsteiger für die Besteigung «Essen für ca. 5 Tage» mit. Der Koch im Basecamp rechnet
«minimale Masse Proviant = $Hunger \cdot Tage$».
Welche Einheit hat seine selbst definierte Grösse «Hunger»?

$a) \frac{1}{Tage}$

$b) \frac{kg}{Tage}$

$c)\ kg\ *\ Tage$

d) 1 (keine Einheit)

Verständnisfrage: Bergsteiger Proviant

Am Mount Everest nehmen die Bergsteiger für die Besteigung «Essen für ca. 5 Tage» mit. Der Koch im Basecamp rechnet
«minimale Masse Proviant = $Hunger \cdot Tage$».
Welche Einheit hat seine selbst definierte Grösse «Hunger»?

a) $\frac{1}{Tage}$

b) $\frac{kg}{Tage}$

c) $kg \ * Tage$

d) 1 (keine Einheit)

Es muss gelten
$[minimale\ Masse\ Proviant]$ = $[Hunger \cdot Tage]$ = $[Hunger]$ $\cdot [Tage]$
Wissen:
$[minimaleMasseProviant]$ =kg
$[Tage]$ =s
Gesucht:
$[Hunger]$ =?
$[Hunger]$ = $\frac{[minimale\ Masse\ Proviant]}{[Tage]} = = \frac{\text{kg}}{s}$

Sinnvoller wäre es natürlich den Hunger in kg/Tagen auszudrücken, aber kg/s geht auch.

Mathe Recap

Lernziele

- Rechenregel von Vektoren kennen
- Ableitung wichtiger Funktionen kennen
- Stammfunktion wichtiger Funktionen kennen
- Vektoren, Ableitungen, Integrale als mathematische Werkzeuge für die Physik nutzen können

Vektoren

Rechenregeln

(i)

$$\vec{a} + \vec{b} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_x + b_x \\ a_y + b_y \\ a_z + b_z \end{pmatrix}$$

(ii)

$$k \cdot \vec{a} = k \cdot \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k \cdot a_x \\ k \cdot a_y \\ k \cdot a_z \end{pmatrix}$$

(iii) $|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

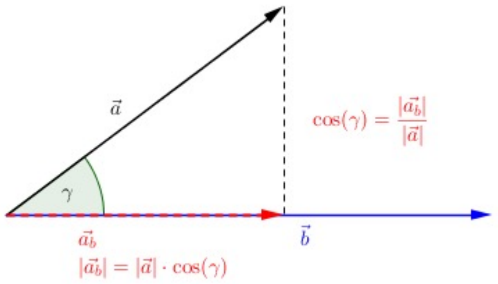
(iv)

$$\vec{a} \circ \vec{b} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

(v)

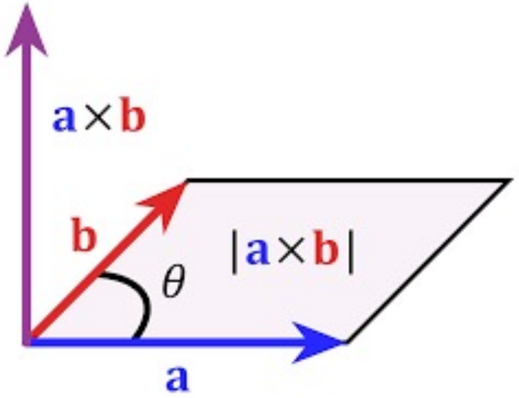
$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_y b_z - b_y a_z \\ -a_x b_z + b_x a_z \\ a_x b_y - b_x a_y \end{pmatrix}$$

iv) Skalarprodukt: Resultat ist ein Skalar!



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\gamma) = |\vec{a}_b| \cdot |\vec{b}|$$

v) Vektorprodukt: Resultat ist ein Vektor!



Vektoren in der Physik

Physikalische Grössen, die sowohl einen Betrag auch als eine Richtung haben, werden durch Vektoren beschrieben.
Physikalische Grössen, die zwar eine Betrag aber keine Richtung haben, werden Skalare genannt.

Skalare:

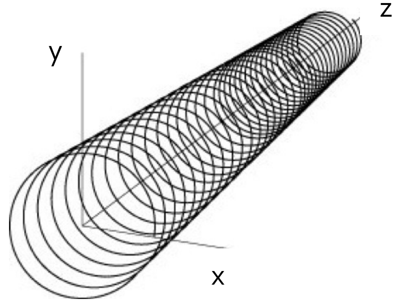
Vektoren:

Vektoren in der Physik

Physikalische Grössen, die sowohl einen <u>Betrag</u> auch als eine <u>Richtung</u> haben, werden durch <u>Vektoren</u> beschrieben.
Physikalische Grössen, die zwar eine Betrag aber <u>keine Richtung</u> haben, werden <u>Skalare</u> genannt.

Beispiel: 1.2. e)

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} R\cos(\omega t) \\ R\sin(\omega t) \\ v_{z,0}t \end{pmatrix},$$



Skalare:
- Masse
- Zeit
- Volumen
- Energie
- Distanz
- Spannung

Vektoren:
- **Ort**
- **Geschwindigkeit**
- **Beschleunigung**
- **Kraft**
- **Elektrisches Feld**

Verständnisfrage: Helikopter

Warum fliegt der Helikopter in einer gekippter Haltung?

a) Damit er vorwärts fliegen kann.

b) Damit er nach oben fliegen kann.

c) Beides

d) Damit der Pilot den Boden sehen kann.

Verständnisfrage: Helikopter

Warum fliegt der Helikopter in einer gekippter Haltung?

a) Damit er vorwärts fliegen kann.

b) Damit er nach oben fliegen kann.

c) Beides

d) Damit der Pilot den Boden sehen kann.

Ableitungen in der Physik

Die Ableitung an der Stelle x_0 der Funktion f(x) gibt die Steigung (='Veränderung') von f an der Stelle von x_0.

Beispiel:

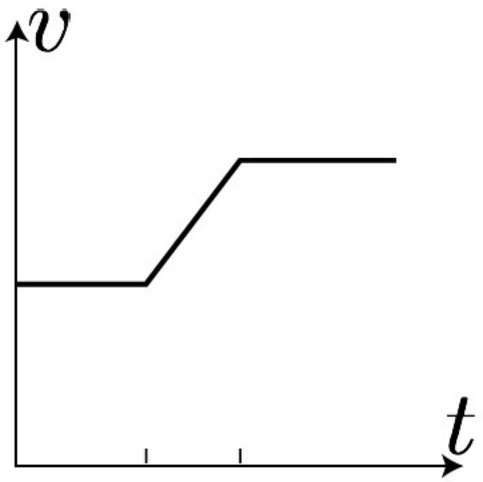
$$\vec{r}(t) \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \vec{v}(t) \xrightarrow{\frac{d}{dt}} \vec{a}(t)$$

$\vec{r}(t)$	$\vec{v}(t)$	$\vec{a}(t)$
Ort	Geschwindigkeit	Beschleunigung

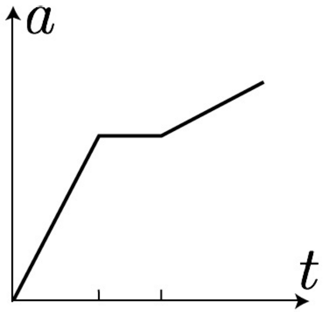
Verständnisfrage: Ableitung

Ein Objekt bewegt sich als Funktion der Zeit t mit einer Geschwindigkeit v wie in der Skizze links gezeigt.

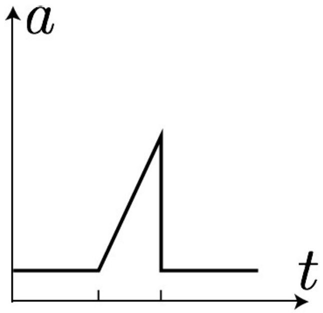
Welcher der folgenden Graphen zeigt den richtigen qualitativen Verlauf der Beschleunigung a als Funktion der Zeit t ?



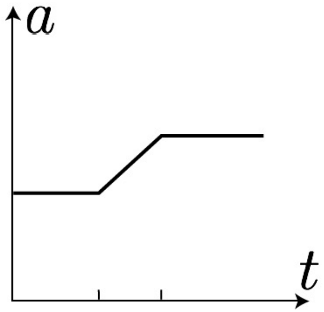
a)



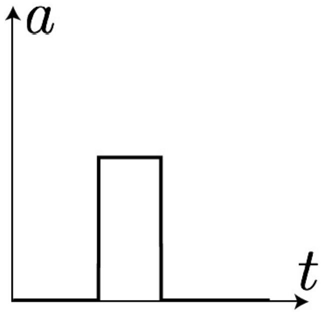
b)



c)



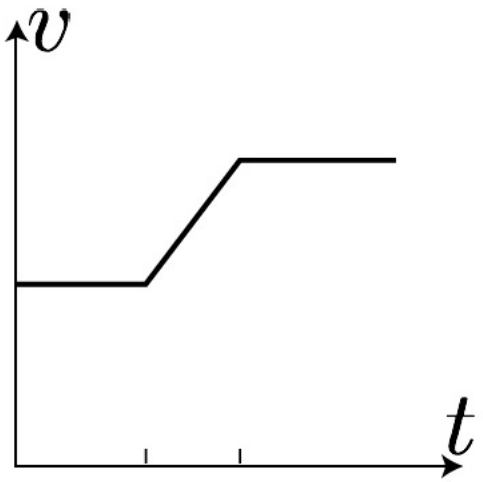
d)



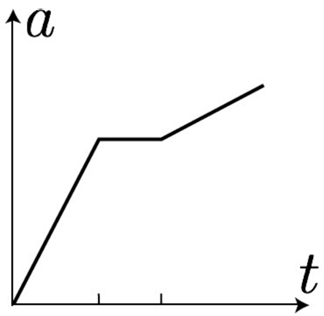
Verständnisfrage: Ableitung

Ein Objekt bewegt sich als Funktion der Zeit t mit einer Geschwindigkeit v wie in der Skizze links gezeigt.

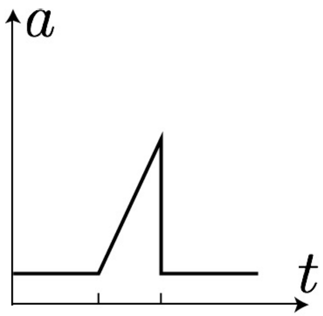
Welcher der folgenden Graphen zeigt den richtigen qualitativen Verlauf der Beschleunigung a als Funktion der Zeit t ?



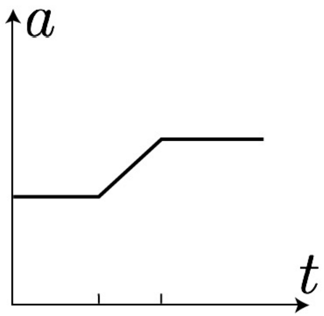
a)



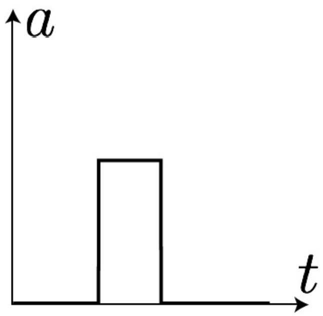
b)



c)



d)



Integrale in der Physik

Die Stammfunktion F(x) von f(x) zeigt für jede Stelle x, welche Fläche f(x) oberhalb von Null eingeschlossen. Sie sagt also etwas über die 'Vergangenheit' aus.

Beispiel:

$$\vec{r}(t) \xleftarrow{\int dt} \vec{v}(t) \xleftarrow{\int dt} \vec{a}(t)$$

Ort	Geschwindigkeit	Beschleunigung

Beispielsfrage: Einheiten

Welche der nachfolgenden physikalischen Formeln kann <u>nicht</u> korrekt sein?

$a)\, y(t) = y_0 \exp(-\omega t + x\frac{2\pi}{\lambda})$

t Zeit, y Auslenkung, y_0 Länge, ω Kreisfrequenz, x Position, λ Wellenlänge

$\mathrm{b)}\, \Omega = \binom{2N+K}{K}$

Ω Multiplizität, N & K einheitenlose Zahl

$c)\, prob(x)\ \alpha\ \exp(-\frac{k * x}{k_B T})$

k Federkonstante $[k]$ = N/m , k_B Boltzman Konstante $[k_B]$ = J/K, T Temperatur

$d)\, v = \sqrt{\frac{3\, k_B T}{m}}$

m Masse

Beispielsfrage: Ort-Geschwindigkeit-Beschleunigung

Der Graph rechts zeigt die Position s von zwei Objekten als Funktion der Zeit t.
Welche Aussage ist richtig?

a) Zur Zeit t_1 haben beide Objekte die selbe Geschwindigkeit

b) Beide Objekte beschleunigen während des gesamten dargestellten Vorgangs.

c) Zur mindestens einer Zeit $t < t_1$ haben beide Objekte die gleiche Geschwindigkeit.

d) Für einen Zeitpunkt im dargestellten Zeitintervall haben beide Objekte die gleich Beschleunigung.