Engaging Physics Tutoring

Physik I

Lektion 1

Rechnen mit Einheiten und Grössenordnungen

Kleine Einführungsrunde

Besprecht in Gruppen von 4 Personen:

Was wünscht ihr euch von Physik I ?

Was begeistert euch an der Physik?

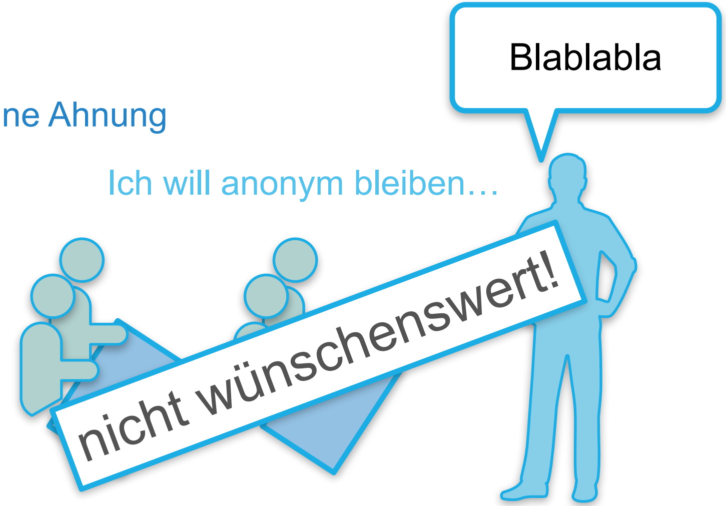
Nachher:

Jede Gruppe präsentiert zwei der besprochenen Aspekte.

Rolle der Übungsgruppe

Keine Ahnung

Ich will anonym bleiben…



Die Aufgaben kenne ich auswendig

Was kaufe ich nachher ein?

Die Übungsgruppe ist der Ort, an dem ihr nachfragen und euch einbringen könnt.

Fehler / Unsicherheiten gehören zu <u>jedem</u> Lernprozess und sind nicht peinlich.

Themen der Lektion

Einheiten

Zusammenfassung

Rechnen mit Einheiten

Dimensionsanalyse

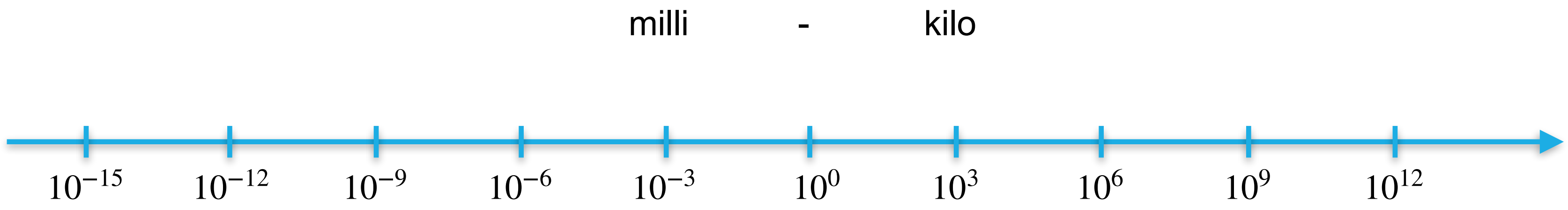
Grössenordnungen

Präfixe für 10er-Potenzen

Überschlagsrechnung

Grössenordnungen

Grössenordnungen - Vorsilben



Wie lauten die Vorsilben für die jeweiligen Grössenordnungen?

Was für Beispiele gibt es?

Grössenordnungen - Vorsilben

femto	pico	nano	micro	milli		kilo	mega	giga	tera
10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{0}	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}

Beispiele:

fs	pF	nm	μg	ml		kg	MeV	GHz	TW

Übung: Rechnen mit Grössenordnungen

Die Sonne strahlt eine Strahlungsleistung von $\Phi = 3.8 \cdot 10^{26}\ \mathrm{W}$ ziemlich isotropisch in das Universum ab.

Der Abstand der Erde von der Sonne beträgt im Mittel $D = 150 \cdot 10^{6}\ \mathrm{km}$. Der Radius der Erde kann mit etwa $R = 6.5 \cdot 10^{3}\ \mathrm{km}$ genähert werden.

Welcher Anteil der gesamten Sonnenstrahlung trifft auf die Erde?
Grössenordnung reicht - ohne Taschenrechner!

Kugeloberfläche im Abstand D von Sonne $A_{tot} =$

Projizierte Fläche der Erde $A_E =$

$$\Rightarrow \frac{P_E}{P_{tot}} =$$

Übung: Rechnen mit Grössenordnungen

Die Sonne strahlt eine Strahlungsleistung von $\Phi = 3.8 \cdot 10^{26}\ \mathrm{W}$ ziemlich isotropisch in das Universum ab.

Der Abstand der Erde von der Sonne beträgt im Mittel $D = 150 \cdot 10^6\ \mathrm{km}$. Der Radius der Erde kann mit etwa $R = 6.5 \cdot 10^3\ \mathrm{km}$ genähert werden.

Welcher Anteil der gesamten Sonnenstrahlung trifft auf die Erde?
Grössenordnung reicht - ohne Taschenrechner!

Kugeloberfläche im Abstand D von Sonne $\quad A_{tot} = 4\pi D^2$

Projizierte Fläche der Erde $\quad A_E = \pi R^2$

$$\Rightarrow \frac{P_E}{P_{tot}} = \frac{A_E}{A_{tot}} = \frac{(6.5 \cdot 10^3\ \mathrm{km})^2}{4 \cdot (150 \cdot 10^6\ \mathrm{km})^2} \approx (2 \cdot 10^{-5})^2 = 4 \cdot 10^{-10}$$

Die Erde erhält etwa $\sim 1.6 \cdot 10^{17}\ \mathrm{W}$

Einheiten

Physikalische Einheiten

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

SI - Einheiten:

International genormte Einheiten

Basiseinheiten

[international festgelegt]

kg m s mol K A cd

Physik 1 Physik 2

Abgeleitete Einheiten

[aus Basiseinheiten kombiniert]

z.B. Newton

$$N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

Joule

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

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

Beispiele:

$$[t] = \mathrm{s}$$

$$[s] = \mathrm{m}$$

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

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 uns helfen können

Mit Einheiten lassen sich manche Grössen besser verstehen.
Hier sind Beispiele:

Geschwindigkeit

Wieviele Meter pro Sekunde legt etwas zurück?

Druck

Wieviele Newton wirken pro Quadratmeter auf einen Körper?

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

Frequenz

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

Wie Einheiten uns helfen können

Mit Einheiten lassen sich manche Grössen besser verstehen.
Hier sind Beispiele:

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

Wieviele Meter pro Sekunde legt etwas zurück?

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

Wieviele Newton wirken pro Quadratmeter auf einen Körper?

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

Um wieviele Meter pro Sekunde ändert sich die Geschwindigkeit pro Sekunde?

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

Wie oft wiederholt sich ein Vorgang pro Sekunde?

Rechnen mit Einheiten

A Die 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 ohne die Formel nachzuschauen]

Die Schrecksekunde - Lösung zur Aufgabe

1. Betrachte die Dimension der angegebenen Geschwindigkeit:

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

2. “Errate” die Formel aus der angegebenen Einheit

3. Umstellen und ausrechnen

Die Schrecksekunde - Lösung zur Aufgabe

1. Betrachte die Dimension der angegebenen Geschwindigkeit:

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

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

2. “Errate” die Formel aus der angegebenen Einheit

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

3. Umstellen und ausrechnen

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

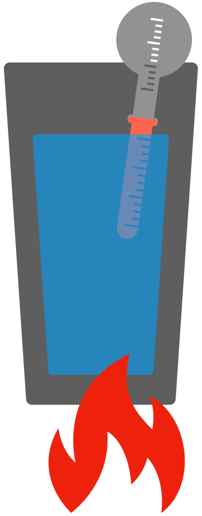
$$s\,(t = 1s) = \frac{70}{3.6} \cdot \frac{\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{s}} = 19.4\ \mathrm{m}$$

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

B Erwärmung von Wasser

In einem Eimer wird Wasser der Masse
m = 3 kg erwärmt.
Wasser hat eine spezifische Wärmekapazität von

$$c \approx 4{,}2 \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}}.$$



Frage: **Wieviel Energie benötigt man,**
um das Wasser um 1 K zu erwärmen?

Erwärmung von Wasser - Lösung zur Aufgabe

1. Dimensionsbetrachtung für die Wärmekapazität:

"Joule pro Kilogramm pro Kelvin"

$$[c] = \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}} = \frac{[E]}{[m] \cdot [T]}$$

2. "Errate" die Formel aus der Einheit

$$c = \frac{E}{m \cdot T}$$

3. Umstellen und ausrechnen

$$E = c \cdot m \cdot T \qquad E = 4.2 \ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}} \cdot 3 \ \mathrm{kg} \cdot 1 \ \mathrm{K}$$

$$E = (4.2 \cdot 3) \ \mathrm{kJ} = 12.6 \ \mathrm{kJ}$$

Clicker-Fragen

Frage 5

https://www.srf.ch/kids/die-pruefung/wer-ist-eigentlich-mujinga-kambundji

Welche Kombination von Einheiten eignet sich am besten um folgendes Phänomen zu beschreiben: Mujinga Kambundji wird jede Sekunde um 3 Meter pro Sekunde schneller!

a) $3\ \frac{m}{s^2}$

b) $3\ \frac{m}{s} \cdot s$

c) $3\ m \cdot s$

d) $3\ \frac{s}{m \cdot s}$

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 5

https://www.srf.ch/kids/die-pruefung/wer-ist-eigentlich-mujinga-kambundji

Welche Kombination von Einheiten eignet sich am besten um folgendes Phänomen zu beschreiben: Mujinga Kambundji wird jede Sekunde um 3 Meter pro Sekunde schneller!

a) $3\ \frac{m}{s^2}$

b) $3\ \frac{m}{s} \cdot s$

c) $3\ m \cdot s$

d) $3\ \frac{s}{m \cdot s}$

Es geht um Geschwindigkeit pro Sekunde, also $\frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2} \rightarrow$ Beschleunigung!

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 9

https://www.adventureconsultants.com/

Am Mount Everest nehmen die Bergsteiger für die Besteigung «Essen für ca. 5 Tage» mit. Der Koch im Basecamp rechnet

$$\text{«minimale Masse Proviant} = Hunger \cdot Tage\text{».}$$

Welche Einheit hat seine selbst definierte Grösse «Hunger»?

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

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

c) $kg \cdot Tage$

d) 1 (keine Einheit).

Frage 9

https://www.adventureconsultants.com/

Am Mount Everest nehmen die Bergsteiger für die Besteigung «Essen für ca. 5 Tage» mit. Der Koch im Basecamp rechnet

$$\text{«minimale Masse Proviant} = Hunger \cdot Tage\text{».}$$

Welche Einheit hat seine selbst definierte Grösse «Hunger»?

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

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

c) $kg \cdot Tage$

d) 1 (keine Einheit).

Es muss gelten

$$[minimale\ Masse\ Proviant] = [Hunger \cdot Tage] = [Hunger] \cdot [Tage]$$

Wissen:

$$[minimale\ Masse\ Proviant] = kg$$
$$[Tage] = s$$

Gesucht:

$$[Hunger] = ?$$

→ $[Hunger] = \frac{[minimale\ Masse\ Proviant]}{[Tage]} = \frac{kg}{s}$

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

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT