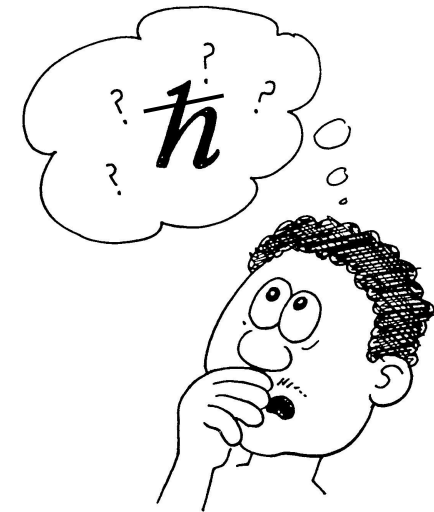




Physikalisches Denken - kann man das unterrichten?

Stefan Stankowski



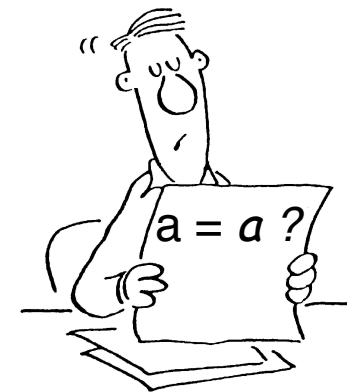
Variation and Analogien

- Bowden & Marton:

Discernment is a function of experienced variation.

For mastering variation in the future, variation has to be met in the past.

Also: wichtige Aspekte auf verschiedene Art präsentieren, „blinde Routine“ vermeiden



Beispiel: Abstandsabhängigkeit

$1 / r^2$ für eine Punktquelle:

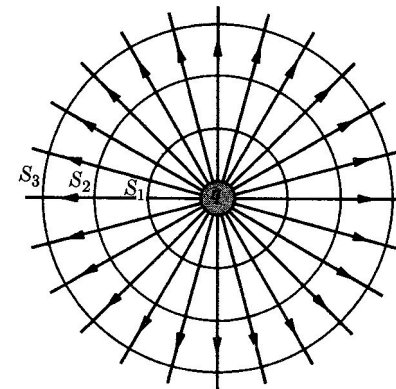
Gravitation

Coulomb-Kraft

Akustik

Optik

? geometrisches Gesetz!

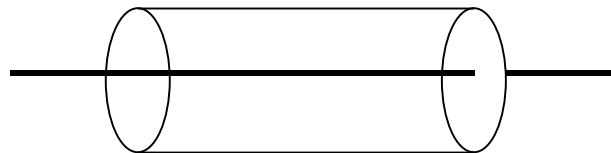




extending the argument ...

•Linienquelle:
$$\frac{Q / L}{2 \pi \epsilon_0 r}$$

Elektrostatik (unendliche geladene Linie)

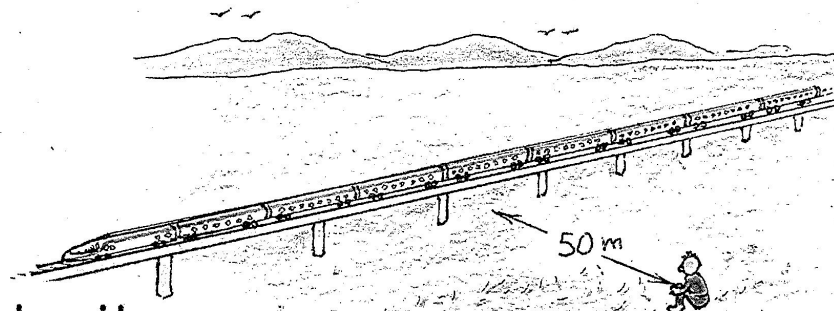


1/r - Gesetz

FIGURING PHYSICS

SOUND FROM A TRAIN

A very long train moves along straight elevated railroad tracks. At 50 m from the tracks in a grassy field you measure the intensity in watts per square meter of the sound coming from the many train wheels. What intensity would that same sound have at 100 m from the tracks?



- A. About the same intensity.
- B. About a quarter the intensity.
- C. About half the intensity.
- D. Slightly greater intensity than at 50 m.

thanx to an anonymous contributor

Hewitt
draw it!

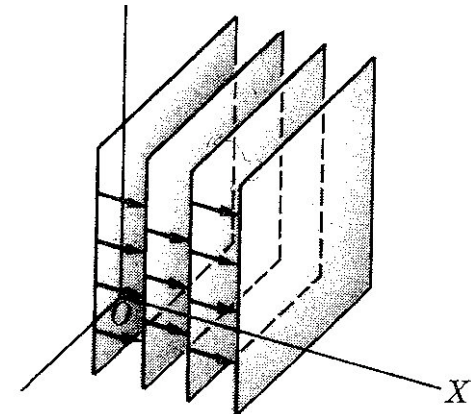
(The answer to this month's "Figuring Physics" can be found online at the TPT website, www.aapt.org/tpt)



- Platte
$$\frac{Q / A}{2 \varepsilon_0}$$

Elektrostatik (unendliche Platte)

vgl. Optik: Ebene Welle





Dimensionsargumente

$$\frac{Q}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

$$\frac{Q / L}{2 \pi \epsilon_0 r}$$

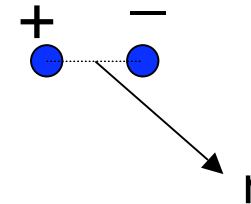
$$\frac{Q / A}{2 \epsilon_0}$$

vgl. Dipole in grosser Entfernung

$$E \approx -\frac{p}{r^3}$$

wo

$$p = Q d \quad \text{Dipolmoment}$$





Magnetismus

- Magnetischer Dipol $\text{prop. } m / r^3$
- Linienstrom $\text{prop. } I / r$

beachte:

magn. Dipolmoment ist $m = I A$ $\rightarrow I A / r^3$

Strom $I = m / A$ $\rightarrow I / r$

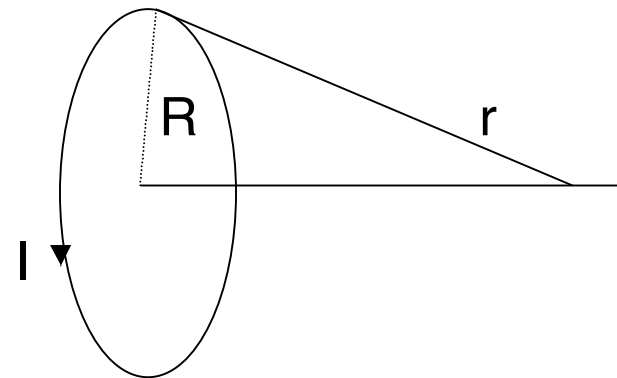


Vollständige Formel für eine Stromschleife
(magnetischer Dipol, auf der Schleifenachse):

$$H \approx \frac{I R^2}{(R^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$I R^2 \approx I A$$

wo in grosser Entfernung $R \ll r$





Oberflächentemperaturen von Planeten

Lo Presto
& Hagoort

$$T \propto r^{-1/2}$$

Planet (object)	Distance from Sun (AU)	Temperature [estimated with Eq. (4)] K	Temperature [reported value] K
Mercury	0.39	447	452
Venus	0.723	328	726
Earth	1	279	285
Mars	1.52	226	230
Jupiter	5.2	122	120
Saturn	9.539	90	88
Uranus	19.18	64	59
Neptune	30.06	51	48
Pluto*	39.53	44	37



Temperatur – Abstands- Abhängigkeit im Sonnensystem

- Strahlungsintensität der Sonne

$$E \propto 1 / r^2$$

$$E \propto T^4$$

$\Rightarrow T \propto 1 / r$ – (Emissions- Absorptionsgleichgewicht)



Kosmologie

- Strahlungsenergie $\propto 1/\text{Wellenlänge} \propto 1/r$
- Energiedichte $\propto 1/r^4$
 $\propto T^4$

$$\Rightarrow T \propto 1/r \quad (r = \text{globaler Grössenparameter des Universums})$$

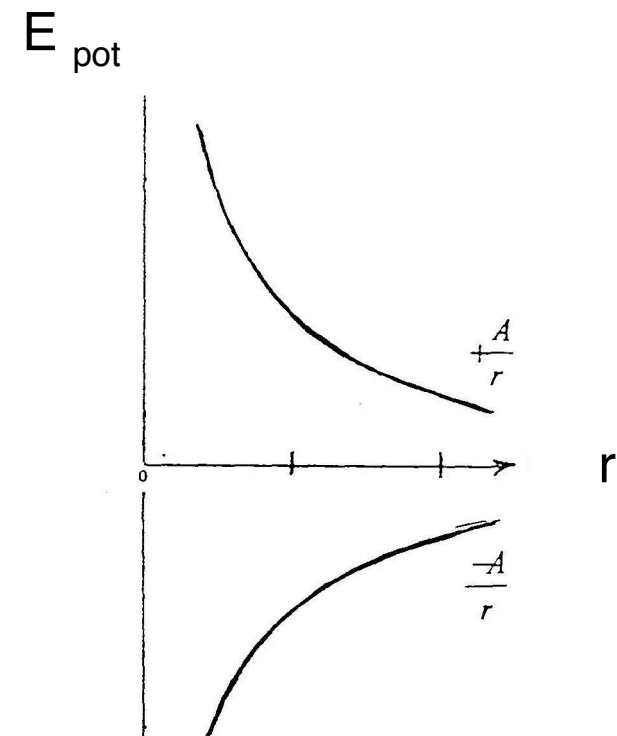
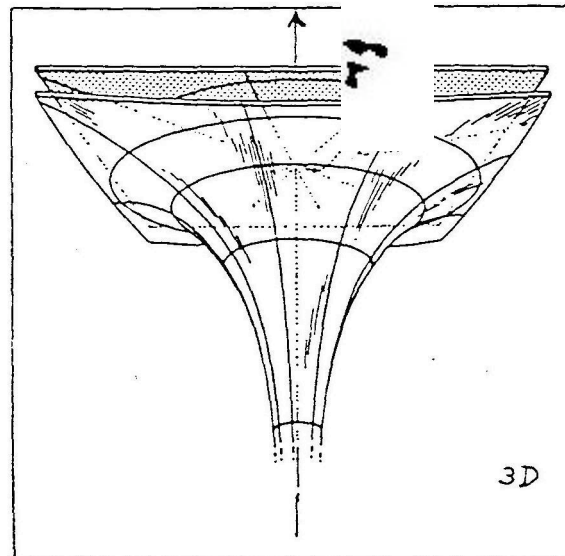
(Weinberg, The first 3 minutes, 1977)



Diagramme

Energie (r)

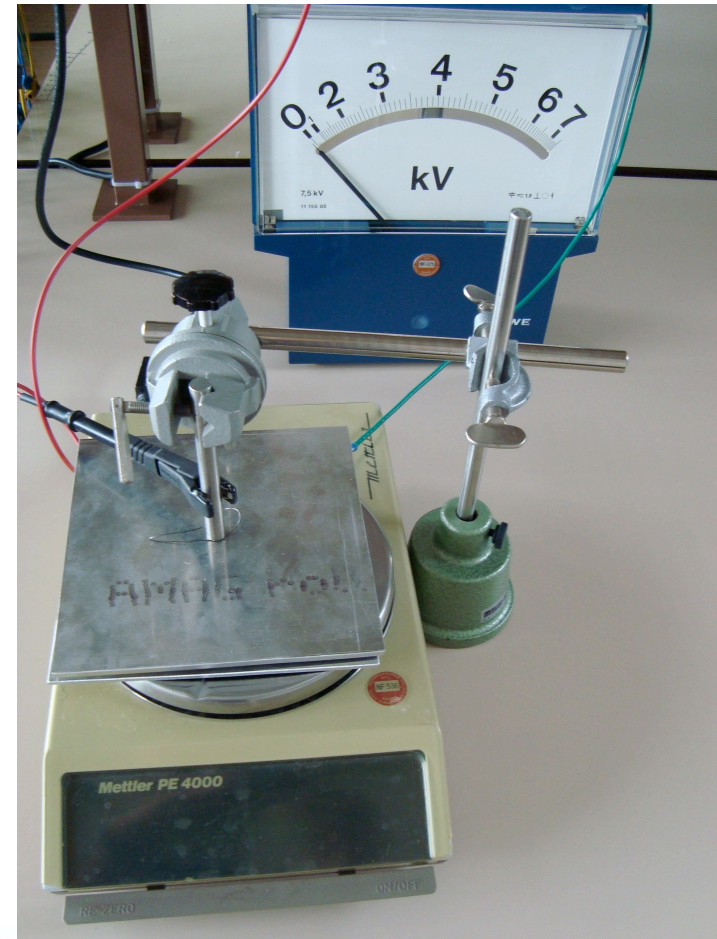
z.B. Coulomb





Labor

- Kraft zwischen Kondensatorplatten als Funktion des Abstands





Folgerungen

Message:

- Wichtige Informationen sind auch ohne vollständige theoretische Behandlung zu erhalten
- Geometrie, Symmetrie ausnutzen – denken!
- Analogien helfen
- Transfer zwischen verschiedenen Disziplinen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



stefan.stankowski@bfh.ch