11 PhG2 Abi 2015

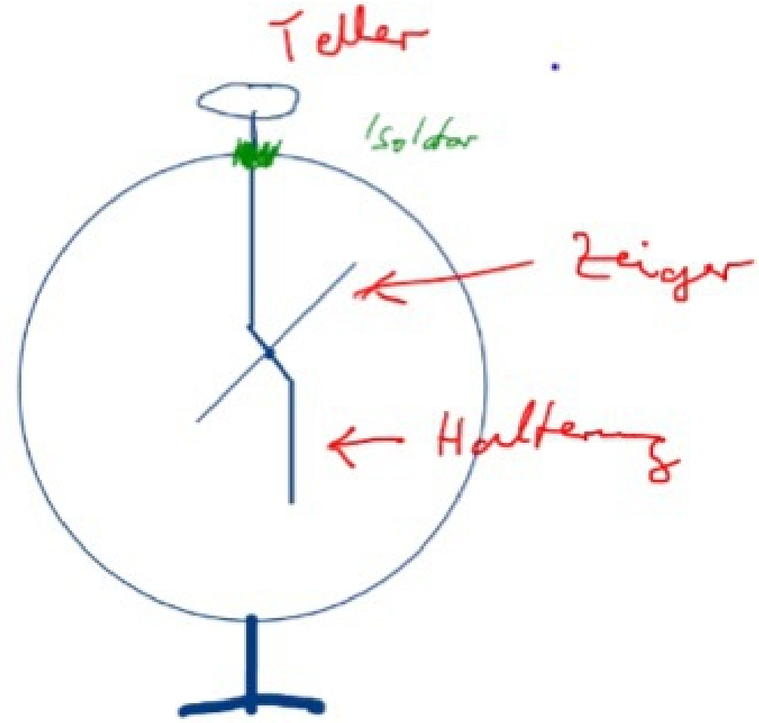
Das Elektroskop

1. Exp.:

Durchf.: KS gerieben, Berührung mit Platte des Elektroskops

Beob.: Zeiger schlägt aus (dauerhaft)

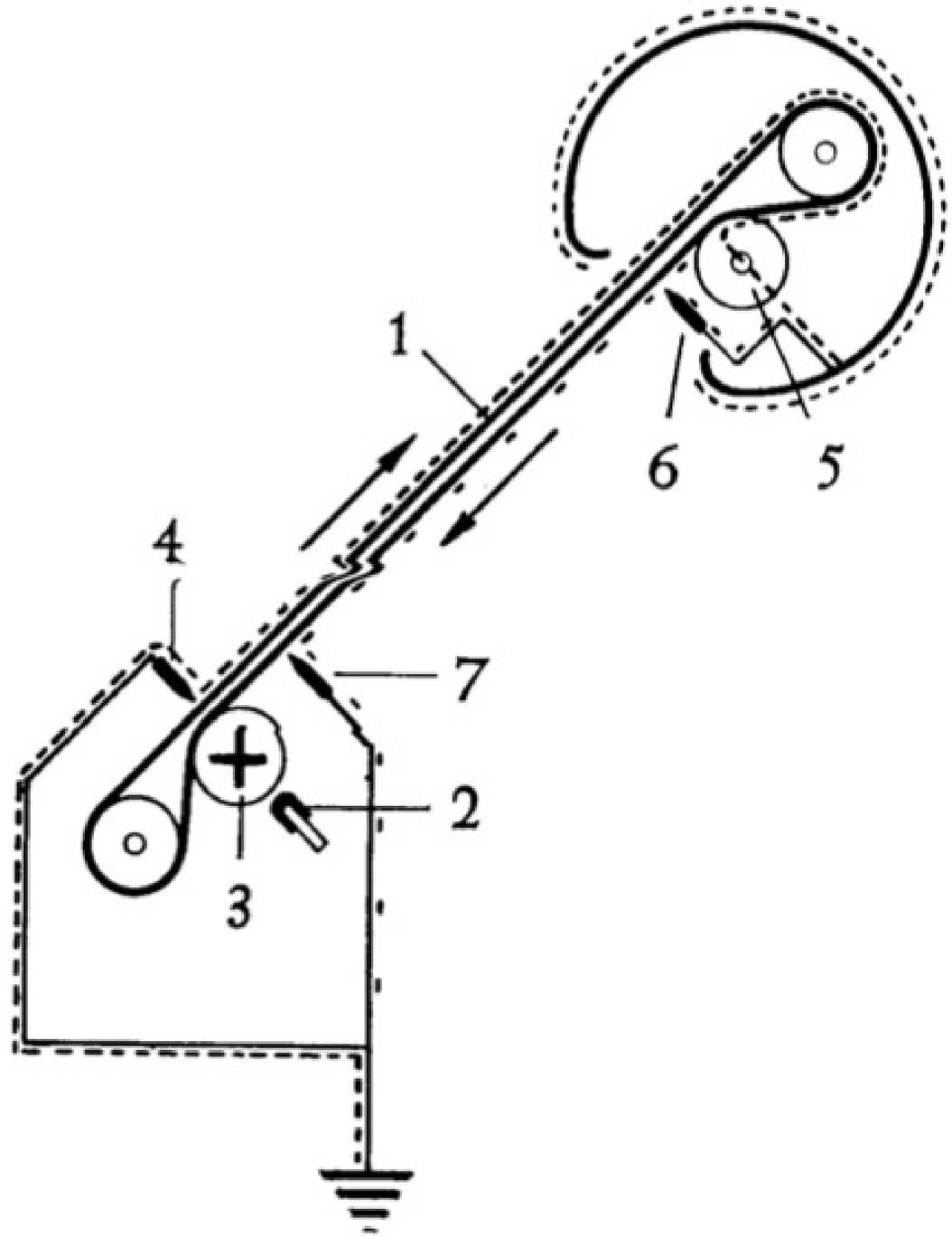
Erkl.: Der Stab ist geladen durch das Reiben. Ladungen fließen vom Stab in den Teller. Die nun auf dem Elektroskop befindlichen verteilen sich gleichmäßig über Teller, Halterung und Zeiger. Zeiger und Halterung stoßen sich daher voneinander ab.



Zeiger, Halterung und Teller sind elektrisch leitend miteinander verbunden und mit sonst gar nichts!

Durchf.: Wie oben, aber ohne Berührung
Beob.: Zeiger schlägt aus; Ausschlag geht zurück, wenn sich der Stab wieder entfernt.
Erklärung: (Influenz) Der positiv geladene Stab zieht frei bewegliche Elektronen aus dem Metall des Elektroskops oben in den Teller => Zeiger und Halterung sind positiv geladen und stoßen sich ab.

Der Bandgenerator



Ladung und Stromstärke

Ladung Q , $[Q] = 1\,C$ (Coulomb)

Stromstärke I , $[I] = 1\,A$ (Ampere)

Zusammenhang: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta Q = I \cdot \Delta t$

S. 181/1 : $\Delta Q = I \cdot \Delta t = 1{,}8\,mA \cdot 312\,s = 561{,}6\,mAs$

$= 0{,}562\,As = 0{,}562\,C$

SI - Basiseinheiten: kg, m, s, A [K, cd, mol
Kelvin, candela]

---

abgeleitete Einheiten: $1\,N = 1\,kg \cdot \frac{m}{s^2}$

oder $1\,Ah = 1\,A \cdot 3600\,s = 3600\,As = 3600\,C$

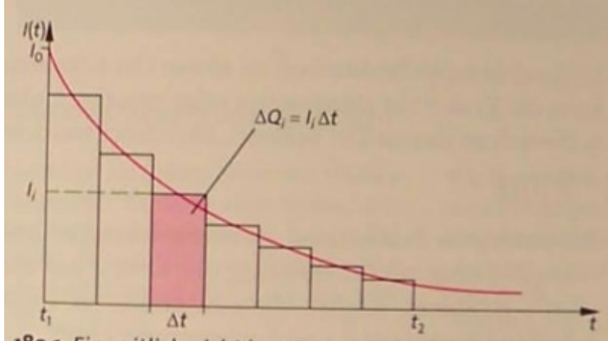
S. 181/2 : gesucht $\Delta t = 88\,Ah / 0{,}5\,A = 176\,h$

Und wenn I nicht konstant ist?

$$Q = \sum_{i=1}^{n} \Delta Q_i = \sum_{i=1}^{n} I_i \Delta t$$

liefert einen umso genaueren Näherungswert für die im gesamten Zeitintervall $[t_1;t_2]$ geflossene Ladung Q, je feiner die Unterteilung in Teilintervalle ist. Für den Grenzwert ($n \to \infty$) nähert sich die Summe dem Integral

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} I(t)\,dt.$$



189.1 Ein zeitlich nicht konstanter Verlauf der Stromstärke I, bei dem der rot getönte Rechteckinhalt die in der Zeit Δt geflossene Ladung ΔQ darstellt

Physik "by the way":
Die Herkunft der Bremsweg-Formel aus der Fahrschule

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad , \quad v = a \cdot t \quad , \quad a = \text{konst.}$$

$$\Leftrightarrow \quad t = \frac{v}{a}$$

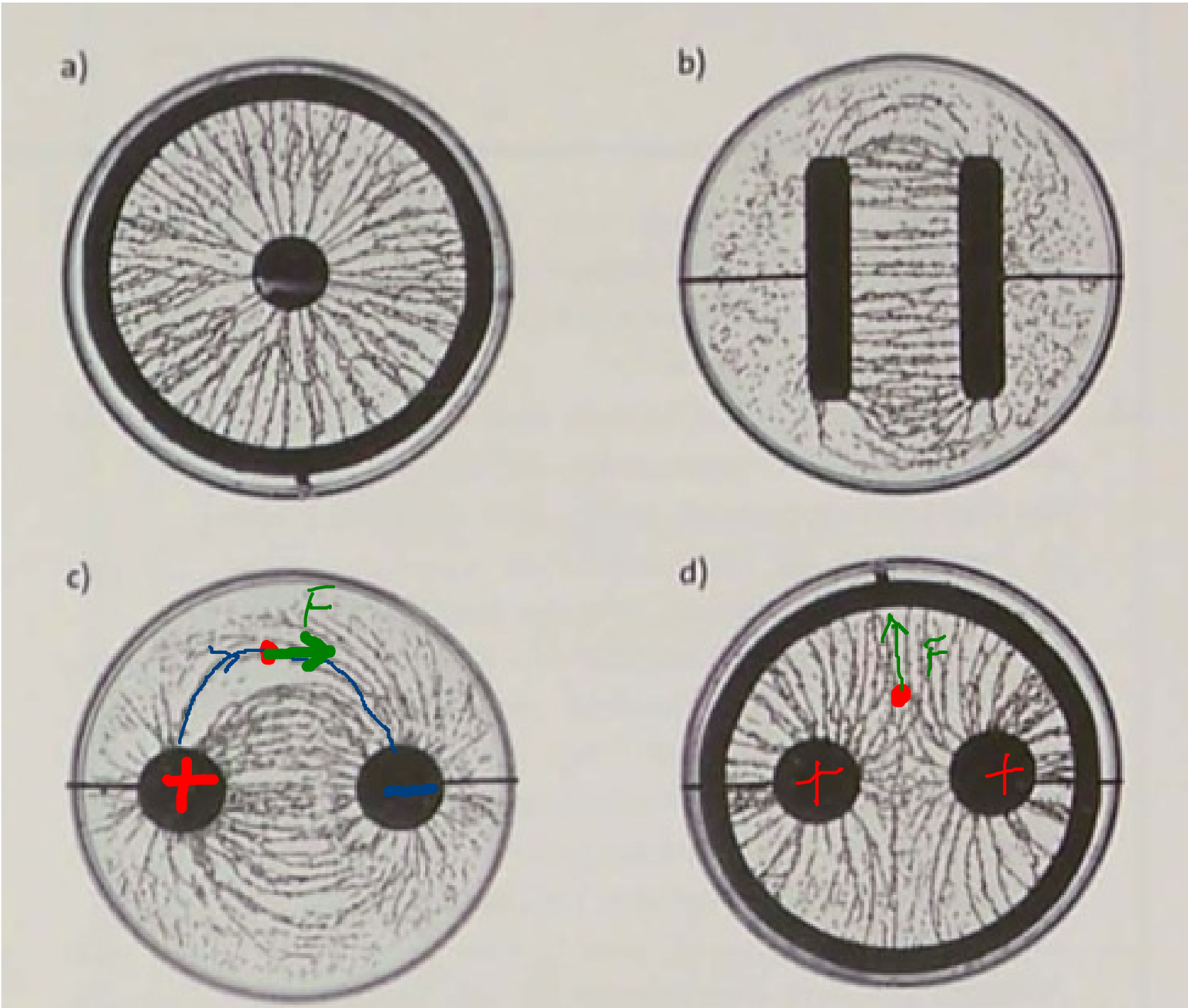
$$\Rightarrow \quad s = \frac{a \, v^2}{2 \cdot a^2} = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2 [\text{in km/h}] \cdot 3{,}6^2}{2 \cdot a}$$

$$\approx \frac{1}{100}$$

$$= \frac{v}{10} \cdot \frac{v}{10} \qquad v \text{ in km/h}$$

a experimentell gemessen
= durchschnittl. „Brems-" Beschl. von PKW

Elektrisches Feld - Feldstärke



196.2 Ketten aus Grieskörnern zeigen die Strukturen elektrischer Felder: **a)** ein radialsymmetrisches Feld; **b)** ein homogenes Feld; **c)** Feld zweier ungleichnamiger Punktladungen; **d)** Feld zweier gleichnamiger Punktladungen

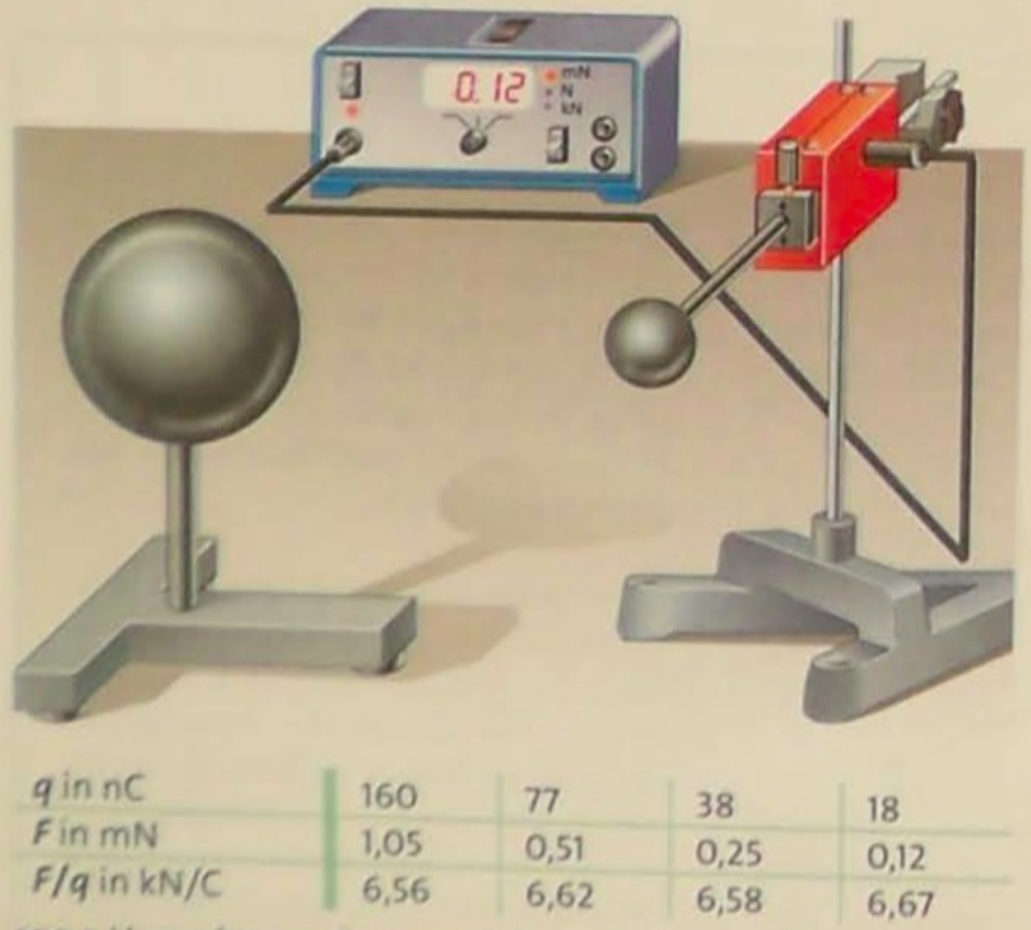
Feldlinien verlaufen definitionsgemäß von + nach - und geben die Richtung der Kraft auf eine positive Probeladung an.

(Probeladung ist eine möglichst kleine zusätzliche Ladung, mit der man Kräfte im elektrischen Feld messen kann, die aber das zu messende Feld selbst möglichst wenig verändert.)

Die Dichte der Feldlinien ist ein Maß für die Stärke des elektrischen Feldes und damit ein Maß für die Stärke der Kraft auf eine Probeladung.

Die Definition der physikalischen Größe "elektrische Feldstärke"

Grundversuch:



q in nC	160	77	38	18
F in mN	1,05	0,51	0,25	0,12
F/q in kN/C	6,56	6,62	6,58	6,67

190.1 Versuchsanordnung zur Messung der Kraft F, die das elektrische Feld in der Umgebung der großen Kugel auf eine Probeladung ausübt, und die Messwerte

Ergebnis:
Der Quotient F/q lässt sich als Eigenschaft des Raumes um eine felderzeugende Ladung unabhängig von der Probeladung konkret definieren:

Die **elektrische Feldstärke** $\vec{E}$ ist der Quotient aus der elektrostatischen Kraft $\vec{F}$, die eine positive Probeladung q im betrachteten Punkt des Feldes erfährt, und der Ladung q:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Die Einheit der elektrischen Feldstärke ist $[E] = 1$ N/C. Die Feldstärke kann mit speziellen Messgeräten direkt gemessen werden (→ 5.1.5).

Allgemeines:
Feldstärken werden in der Physik immer als "Kraft pro Probegröße" definiert. Die Probegröße im Gravitationfeld ist z.B. die Masse m.
Den Quotienten F/m im Gravitationsfeld, also sozusagen die Gravitationsfeldstärke, habt ihr in der Mittelstufe unter dem Namen "Ortsfaktor" kennengelernt:

$$g = \frac{F_G}{m}$$

Aufgaben zur elektrischen Feldstärke:

3 Welche Unterschiede bestehen zwischen elektrischen Feldern und Gravitationsfeldern?

4 Berechnen Sie die elektrische Feldstärke an einem Ort, an dem auf einen Körper mit der Ladung $Q = 26$ nC die Kraft $F = 37\ \mu N$ wirkt.

5 Berechnen Sie die Kraft, die ein Körper mit der Ladung $Q = 78$ nC in einem Feldpunkt mit der Feldstärke $E = 810$ kN/C erfährt.

6 Die Feldlinien eines Plattenkondensators verlaufen vertikal von unten nach oben. Ein in den Plattenraum eingebrachtes positiv geladenes Öltröpfchen, dessen Masse $m = 4{,}7 \cdot 10^{-10}$ kg ist, schwebt gerade. Messungen ergeben eine Feldstärke $E = 7{,}2$ GN/C. Berechnen Sie die Ladung des Öltröpfchens.

7 Ein elektrisches Feld der Stärke 180 N/C sei senkrecht zur Erdoberfläche nach unten gerichtet. Vergleichen Sie die nach oben gerichtete elektrostatische Kraft auf ein Elektron ($q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg) mit der nach unten gerichteten Gravitationskraft.
Wie stark müsste eine 3 g schwere Münze geladen sein, damit die durch dieses Feld bewirkte elektrostatische Kraft die Gravitationskraft ($g = 9{,}81$ m/s^2) ausgleicht?

*8