

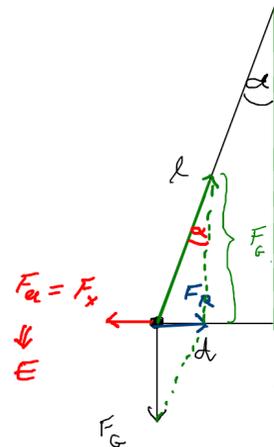
S. 185/12:

Eine Pendelkugel sei mit der Ladung $Q = 52 \text{ nC}$ geladen und habe die Masse $m = 0,40 \text{ g}$. Sie hänge an einem Faden der Länge $l = 1,80 \text{ m}$ in einem horizontal gerichteten homogenen elektrischen Feld. Durch die Kraft des Feldes wird sie um $d = 15 \text{ mm}$ ausgelenkt. Wie groß ist die Feldstärke E des homogenen Feldes?

Lösung:

$$F = mg \sin \alpha = mg d/l;$$

$$E = F/Q = mgd/lQ = 630 \text{ N/C}.$$



$$\sin \alpha = \frac{d}{l} \approx \tan \alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = \sin^{-1} \left(\frac{d}{l} \right)$$

$$F_{el} = F_R, \text{ weil } a = \frac{\sum F_i}{m} \stackrel{!}{=} 0$$

$$F_R = F_G \cdot \sin(\sin^{-1}(\frac{d}{l}))$$

$$F_R = F_G \tan \alpha$$

$$F = ma \Leftrightarrow a = \frac{F}{m} \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Leftrightarrow F_G \sin \alpha = F_G \frac{d}{l} = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{15 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1,8 \text{ m}}$$

$$= 3,27 \cdot 10^{-5} \text{ N} = |F_{el}|$$

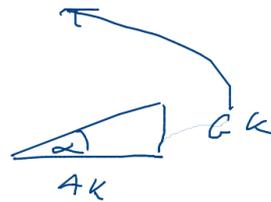
$$\Rightarrow E = \frac{F_{el}}{q} = \underline{\underline{629 \text{ N/C}}}$$

Schmierblatt

\sin $\hat{=}$ Gegenkathete
 \cos $\hat{=}$ Ankathete

$\Sigma = 7$ Silben

$\Sigma = 7$ Silben



$$\begin{aligned}
 \tan \alpha &= \frac{GK}{AK} \\
 &= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\frac{GK}{H}}{\frac{AK}{H}} \\
 &= \frac{GK}{AK}
 \end{aligned}$$

α	\sin	\tan
0	0	0
5	0,0872	0,0875
10	0,1736	0,1763
15	0,2588	0,2679

E-Feld



Coulombsches Gesetz

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

(„epsilon Null“)

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

Grav.-Feld



Newtonsches Gesetz

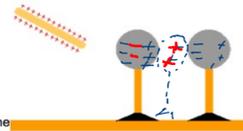
$$F_G = \gamma \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}$$

γ = Grav. - Konst.

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

Elektrostatik Schon im Altertum sind elektrische Phänomene aufgrund von Reibung zwischen verschiedenen Materialien beobachtet worden. Das griechische Wort „elektron“ bedeutet übersetzt „Bernstein“, ein Stoff, der sich sehr gut eignet für Experimente zur Reibungselektrizität. Die Elektrostatik, die das Verhalten von ruhenden Ladungsansammlungen beschreibt, erklärt so unterschiedliche Phänomene wie die Entstehung von Blitzen, die schmerzhaften Funken beim Verlassen eines PKW und das Aufbringen von Toner in einem Laserdrucker.

- 1.1. Zur Verfügung steht ein durch Reibung positiv geladener Glasstab und zwei Metallkugeln, welche isoliert aufgestellt sind.
- a) Nennen Sie **zwei** Methoden, wie mit nebenstehendem Aufbau eine Metallkugel negativ aufgeladen werden kann.
- b) Erklären Sie, wie sich mit dem Aufbau eine Kugel positiv aufladen lässt.
- 1.2. Einem isoliert aufgehängten, leitenden neutralen Kugelchen wird eine negativ geladene Kugel genähert. Das Kugelchen wird angezogen, berührt die Kugel und wird dann abgestoßen. Erklären Sie dieses Verhalten.



a) 1. ^{u. rechter} Einfluss auf rechte Kugel: $\oplus \ominus \oplus$
 bei Berührung fließen ^{neg. Ldg.} von r. u. l.
 nach Trennung: l. K. neg. $\ominus \oplus$
 re K. pos. \oplus

b) siehe a) (*)
 a) 2. Einfluss: $\oplus \ominus$ ^{neg. Ldg. fließt von Fix in die Kugel}

(*) oder: direkt mit GS berühren; -)

1.2. Anziehung zw. gelad. u. ungelad. wg. Einfluss
 → Ldg. - Austausch bei Berührung: $\ominus \oplus$
 ⇒ beide gleichnamig geladen ⇒ Abstoßung

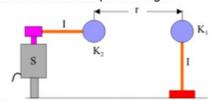
- 1.3. Ein positiv geladener Stab wird in die Nähe des Tellers eines Elektroskops gehalten, zusätzlich berührt man den Teller mit einem Finger. Danach entfernt man den Finger und anschließend den Stab.
- Beschreiben Sie detailliert, was man in den vier Phasen des Experimentes beobachten kann und erklären Sie die Beobachtungen mit Hilfe physikalischer Fachbegriffe.
 - Welche Ladungssorte befindet sich nach dem Experiment auf dem Elektroskop und wie lässt sich das ohne weitere Hilfsmittel zeigen? Begründen sie Ihre Antwort physikalisch.

S. Unterr.

Finden eines Kraftgesetzes Das Ziel der Physik ist die Formulierung mathematischer Abhängigkeiten zwischen physikalischen Größen, um mit Hilfe der gefundenen Gesetzmäßigkeiten „in die Zukunft“ rechnen zu können. Ziel dieser Aufgabe ist es, eine solche Gesetzmäßigkeit aus Messwerten „herauszukristallisieren“.

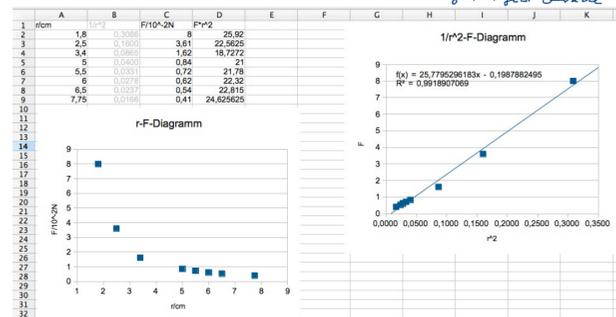
In einem Experiment sei eine Kraft in Abhängigkeit zum Abstand zwischen zwei nahezu punktförmigen Probekörpern mit den Ladungen Q_1 und Q_2 gemessen worden mit folgenden Messergebnissen:

r/cm	1,8	2,5	3,4	5	5,5	6	6,5	7,75
F/10 ⁻² N	8	3,61	1,62	0,84	0,72	0,62	0,54	0,41



- Erstelle ein F(r)-Diagramm und diskutierte den Graphen qualitativ. Welche Funktion F(r) könnte dem Graphen zu Grunde liegen? (Bitte Formel und Begründung!)
- Versuche mit Hilfe einer geeigneten Koordinatendarstellung oder anderer mathematischer Analyseverfahren deine Vermutung zu belegen.

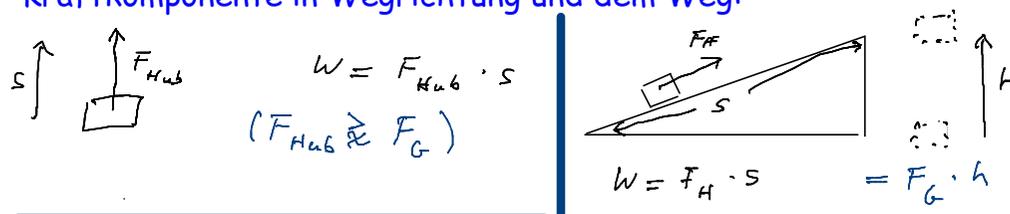
Vermutung: $F \sim \frac{1}{r^2} \Rightarrow$ es existiert eine Konstante, sodass $F = K \cdot \frac{1}{r^2}$
 $\Leftrightarrow F \cdot r^2 = K = \text{konst.}$
 $\Leftrightarrow F$ gegen $\frac{1}{r^2}$ aufgetragen ergibt Gerade



Potentielle Energie im elektrischen Feld

Erinnerung:

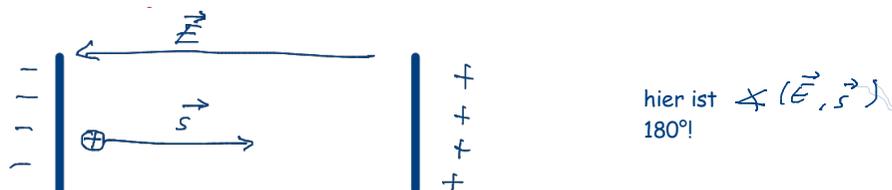
Um die potentielle Energie eines Körpers zu erhöhen, muss Hubarbeit verrichtet werden. Arbeit ist definiert als (Skalar-) Produkt aus Kraft und Weg, also Produkt aus Kraftkomponente in Wegrichtung und dem Weg:



Analys dazu ist die Arbeit im elektr. Feld beim Verschieben einer Lds.

$(W = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{s})$ $W = -q \cdot E \cdot s \cdot \cos \varphi (\vec{E}, \vec{s})$ $\varphi (\vec{E}, \vec{s})$
= Zwischenwinkel zw. E u. s

= potentielle Energie, die die Ladung q im Feld E durch Verschiebung um s erhält



geg.: $s = 4 \text{ cm}$

$$E = 5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

m, q (Proton)

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{Pot}} = W_{\text{el}} = q \cdot E \cdot s$$

(nachher) (vorher)

$$= \frac{1}{2} m v^2 \quad \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2 \frac{q}{m} E s}$$
$$= 6,2 \text{ km/s}$$

*6 Ein Proton werde in ein homogenes elektrisches Feld mit der Feldstärke $E = 5 \text{ N/C}$ gebracht und losgelassen. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt es sich, nachdem es 4 cm zurückgelegt hat ($m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)?

<-- 24.11.11