Physik

Daniel Renschler

June 16, 2023

Contents

1 P-lab, Spulen 17. Januar

1.1 Unterricht

Bei anderem Material in einer Spule ändert sich der Wiederstand (irgendwas mit atomen in dem Material und Elektronen die in dem Material aneinander stoßen), mit start genugem Netzteil kann man das aber umgehen udn die gleiche Leistung durchbekommen. Eine andere größe die eine Rolle Spielt ist die Länge, und Durchmesser der Spule. Das Magnetfeld kann man messen mit einer… (satz geht gleich weiter, davor paar Formeln)

$$B = \frac{F}{I \cdot s} \text{Flussdichte B = Kraft=F, I=Stromstärke und s=Länge des Leiters}$$

Hall-Sonde macht Spannungsmessungen, diese kann man umrechnen in Flussdichte, angegeben in T.

Das Magnetfeld einer langen Spule
Versuch: Magnetische Flussdichte einer langen Spule
Ziel des Veruchs: Wir möchten herausfinden wie die magnetische Flussdichte B einer langen Spule von der Windungszahl n der Spule, der lönge l der Spule und der Stromstärke I abhängt. (Hier abbildung vom veruch) Mithilfe einer "Hall-Sonde" messen wir die magnetische Flussidchte im Inneren einer mit Luft gefüllten langen Spule für verschiedene Werte von n, e und I. (nächste abbildung) Die Funktionsweise der Hall-Sonde können wir erst später verstehen.

Messung A: $n = 30; l = 0,35m \Rightarrow \frac{B}{I}$= Konstant $= B\ I$ (B proportional)

I in A	B in mT	$\frac{B}{I}$ in $\frac{mT}{A}$
3	0,30	0,100
6	0,61	0,102
9	0,88	0,988

Messung B: $n = 30; I = 6A$

l in m	B in mT	In Feldstärke H
0,1	1,42	1800
0,2	0,90	900
0,3	0,67	600
0,4	0,46	450

Feldstärke $H = I\frac{n}{l}$

l in m	B in mT	Faktor zum nächsten
0,1	1800	$\frac{1}{2}$
0,2	900	$\frac{2}{3}$
0,3	600	$\frac{3}{4}$
0,4	450	$\frac{4}{5}$
0,5	360	$\frac{5}{6}$
0,6	300	$\frac{6}{7}$
0,7	257,1	...

2 Weiter Spulen, von Konsti, 20. Januar

2.1 Unterricht

Keine lange Spule $\rightarrow B = \frac{1}{l}$,1 $= B \cdot l \rightarrow$ Antiproportional.
Aus 1. B I und aus
2. $\frac{1}{l}$
wird B $l \cdot \frac{1}{l}$
B $\frac{1}{l}$

<=> $\frac{B}{I \cdot \frac{1}{l}}$ = konstant = $M_0 \Rightarrow$ magnetische Feldkonstante.

$$M_0 = \frac{B}{I \cdot \frac{1}{l}} = \frac{0,3mT}{3 \cdot \frac{1}{0,35m}} = 0,00003s$$

Bei gleichzeitiger Verdopplung der Länge l und der Windungszahl n bleibt die magnetische Flussdichte B konstant.
$\Rightarrow B$ $l \cdot \frac{n}{l}$
$\Rightarrow B = M_0 \cdot \frac{n}{l} \cdot l$

Füllen wir die Spule mit einem Material (z.B. Eisen), so erhöht sich die magnetische Flussdichte $B = \mu_0 \cdot Mr \cdot \frac{h}{l} \cdot I$ (μ ist die Permeabilitätszahl)

$$B = \mu_0 \cdot \frac{n}{l} \cdot I$$

1)$B = 1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{250}{0,1m} \cdot 1A = 0,00314T = 3,14mT$
2)$B = 1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1000}{0,1m} \cdot 0,25A = 0,00314T = 3,14mT$
$B = \mu_0 \cdot \frac{n}{l} \cdot l \Rightarrow \frac{B}{\mu_0 \cdot \frac{n}{l}} = I \Rightarrow I = \frac{0,00314T}{1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{500}{0,1m}} = 0,4998A \approx 0,5A$
Nr.3
a)$I = \frac{B}{\mu_0 \cdot \frac{n}{l}} = \frac{0,02mT}{1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{40}{0,3m}} = 119,37A$
b) $B = 1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{40}{0,2m} \cdot 119,37A = 0,03mT$
Nr. 4
a) $I = \frac{B}{\mu_0 \cdot \frac{n}{l}} = \frac{0,1T}{1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1200}{0,3m}} = 19,89A \approx 20A$
Nr.5
$\mu_0 = \frac{B}{I \cdot \frac{n}{l}} = \frac{0,0007T}{2A \cdot \frac{120}{0,4m} = 1,225 \cdot 10^{-6}}$

3 Ka 2, Musterlösung, 23. Januar

Aufgabe 2b Nordpol ist rechts, Südpol ist links, weil bei einem Magneten die äußeren Feldlinien von Nord nach Süd verlaufen. In der Spule verbinden sie außen von rechts nach links, somit ist der Nordpol rechts und der Südpol links.
Aufgabe 1c Abbildung 1b ist richtig. Wegen der rechten Hand Regel muss der Daumen nach Süden zeigen. Die restlichen Finger zeigen die Richtung des technischen Spulenstroms.

2 (b) Der untere Körper ist der Eisenstab, da er direkt auf die Indifferenzzone des oberen Magneten gerichtet ist und somit keine bzw. eine sehr geringe Anzeihung erfährt, die je nach Masse des Stab nicht ausreichen könnte um diesen anzuziehen. Somit fällt dieser runter.

Aufgabe 3a Anschluss A_2 = Pluspol, da Strom in technischer Stromrichtung fließt, also von A_2 nach A_1. Laut der 3-Finger-Regel verläuft die magnetische Wirkung “in das Bild rein” und somit wirkt die Lorentzkraft nach unten auf den Leiter.
Aufgabe 3b
1. Messreihe
$\frac{F}{I} \approx 1,7 \longleftrightarrow$ konstant, proportional $[F\ I]$
2. Messreihe
$\frac{F}{b} \approx 0,21 \longleftrightarrow$ konstant, proportional $[F\ b]$
$\Rightarrow B = \frac{F}{I \cdot b}$, somit ist B der Propitionalitätsfaktor
$B = \frac{F}{I \cdot b} = \frac{0{,}00034N}{2A \cdot 0{,}08m} = 0,0021375T$
$\Rightarrow$ Der Wert des Propitionalitätsfaktors ist 0,0021375T
Aufgabe 3c Er erhöht sich.
Aufgabe 4
geg.: $V = \frac{2cm}{s}; e = 1,6022 \cdot 10^{19}C; F_G = 9,81\frac{N}{kg}; me = 9,1093897 \cdot 10^{-31}$
ges.: B
R:

$$B = \frac{F_G}{V_S \cdot e} = \frac{9,81\frac{N}{kg} \cdot 9,1093897 \cdot 10^{-31}kg}{0,02\frac{m}{s} \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19}C} = 3 \cdot 10^{-9}T$$

$\Rightarrow$ Bei Bewegung in richtung Westen wirkt F_G nach unten. Somit ist die Richtung der Flussdichte laut 3-Finger-Regel nach Norden.

4 Magnetfeld, 27.1.2023

4.1 Unterricht

a Zusammenfassung Buch Seiten 36-38:
Der magnetische Südpol liegt nicht am Nordpol, sondern in einer Inselgruppe im Norden Kanadas und der magnetische Nordpol nicht am Südpol sondern südlich von Australien auf Antarktika, die position ändert sich ständig. Magneticher Nord und Südpol bilden auch die Drehachse, an der siche die Erde dreht. Die Abweichung in genauigkeit von Kompassen nennt man Deklination. Die rotationsachse ist mit dem Inklinationswinkel δ Sonnenwinde haben auch Magnetfelder. Flussdichte des Erdmagnetfeldes:

$$B = \frac{B_h}{\cos \delta}$$

B_h ist die Ankatete zum Inklinationswinkel.

b-Kontrollaufgabe

Eine lange Spule hat 3600 Windungen auf einer Länge von 60cm. Sie ist so aufgestellt, dass ihre Achse in der magnetischen Ost-West-Richtung verläuft (siehe Abbildung). In ihrer Mitte ist eine Magnetnadel in horizontaler Ebene frei drehbar gelagert. Bei einem Spulenstrom von 24mA erfährt die Magnetnadel eine Auslenkung von 45°.

a Berechnen sie aus den Messwerten die horizontale Komponente B_h des Erdmagnetfeldes. $\mu_0 = 1.2567 \cdot 10^{-6}$

$$B_{sp} = B_h, B_h = \mu_0 \cdot \frac{n}{l} \cdot I \Rightarrow B_h = 0,000190965T \Rightarrow 180,965\mu T$$

Kann nicht sein, da die maximale Stärke an den Polen nur ein drittel des Ergebnises ist.

b Die Feldlinien des Erdmagnetfeldes treten am Beobachtungsort unter einem Winkel von 67° (Inklinationswinkel) in den Erdboden ein. Berechnen Sie aus diesen angaben den Betrag des Erdmagnetfeldes an diesem Ort.

$$B = \frac{B_h}{\cos(67°)} = 463,149\mu T$$

4.2 Versuche

4.3 Die elektrostatische Kraft E2-7

4.3.1 Einführung

Einige Erscheinungen der Elektrizität sind schon seit dem Altertum bekannt. So berichtet beispielsweise THALES von Milet (um 600 v. Chr.) über die anziehende Wirkung von geriebenem Bernstein. Das griechische Wort „elektron" für Bernstein hat der Elektrizität sogar den Namen gegeben. Im folgenden Experiment kannst Du einige historische Untersuchungen mit moderneren Materialien nachvollziehen.

4.3.2 Geräte

1 Mehrzwecksockel, 1 Drehlager, 1 Wolltuch, 2 PVC-Stäbe, 1 Acrylgrasstab, 1 Drehlagerstativ,
1 Seidentuch und ein Stück Papier
I

- Trenne von dem Papier einen Teil ab und zerreiße ihn in kleine Stückchen.

- Reibe einen der beiden PVC-Stäbe auf der ganzen Länge kräftig mit dem Wolltuch und bringe ihn dann in die Nähe der Papierstückchen.
- Wiederhole dieses Teilexperiment mit dem Acrylstab, wobei Du diesen mit dem Seidentuch reiben sollst.
- Notiere Deine Beobachtungen in der Beobachtung section.

II

- Stecke das Drehlagerstativ in die Buchse des Mehrzwecksockels und setze das Drehlager darauf.
- Reibe einen der PVC-Stäbe auf der ganzen Länge mit dem Wolltuch und lege ihn dann symmetrisch in die Rinne des Drehlagers.
- Reibe den zweiten PVC-Stab ebenfalls kräftig mit dem Wolltuch und nähere ihn mit dem geriebenen Teil dem PVC-Stab auf dem Drehlager, ohne diesen zu berühren. Schreibe Deine Beobachtungen nieder.

III

- Reibe den Acrylstab auf der ganzen Länge mit dem Seidentuch und nähere ihn ebenfalls dem PVC-Stab auf dem Drehlager, ohne ihn zu berühren.
- Notiere deine Beobachtungen

4.3.3 Beobachtungen

Teilexperiment I
Die Stäbe sind elektrisch geladen und ziehen das Papier an, aber nicht an den Enden, nur näher der Mitte.

Teilexperiment II
Es passiert nichts.

Teilexperiment III
Der PVC-Stab geht dem Acrylstab nach, an beiden Polen. (Er wird angezogen)

4.3.4 Auswertung

Es gibt offensichtlich zwei verschiedene Arten elektrischer Ladungen. Wir bezeichnen die elektrische Ladung des Acrylglasstabs als positiv, die des PVC-Stabs als negativ. Schreibe kurz nieder, wie die elektrische Kraft zwischen gleichnamigen und zwischen ungleichnamigen Ladungen wirkt: Gleiche Pole stoßen sich ab, verschiedene ziehen sich an.

4.4 Das Elektroskop, E2-8

4.4.1 Einführung

Mit dem Elektroskop kann man die Wirkung elektrischer Kräfte nicht nur sichtbar machen (das griechische Wort skopein heißt beobachten, betrachten), sondern auch messen. Hierzu bringt man die elektrische Kraft ins Gleichgewicht mit einer bereits bekannten Kraft, der Gewichtskraft. Der Zeiger des Elektroskops ist deshalb so gelagert, dass die beiden Arme verschieden schwer sind. Bringt man elektrische Ladung auf das Elektroskop, so verteilt sie sich auf der Metalloberfläche. Durch die Abstoßungskräfte wird der Zeiger ausgelenkt. Er bleibt dann in einer Lage stehen, bei der der Gewichtsunterschied der beiden Arme mit der elektrischen Kraft im Gleichgewicht ist.

4.4.2 Geräte

1 Elektroskop, 1 PVC-Stab, 1 Wolltuch, 1 Mehrzwecksockel, 1 Acrylglassstab, 1 Seidentuch und Streichhölzer oder Feuerzeug

4.4.3 Aufbau und Durchführung

I

- Stecke das Elektroskop in die Buchse des Mehrzwecksockels und schiebe den Gummiring ganz nach oben, damit der Zeiger frei beweglich ist.
- Reibe den PVC-Stab kräftig mit dem Wolltuch und bringe ihn anschließend in die Nähe des Elektroskops, ohne es jedoch zu berühren.
- Beobachte den Zeiger des Elektroskops, während Du den Stab abwechselnd dem Elektroskop näherst und ihn wieder entfernst.
- Wiederhole diesen Arbeitsschritt mit dem Acrylglasstab, den Du mit dem Seidentuch reibst.
- Die Erscheinung, die Du beobachten konntest, nennt man ´´elektrische Influent“. Schreibe ihre wesentliche Merkmale nieder:

Die Nadel schlägt in beiden Fällen aus bei dem PVC aber stärker.
II

- Reibe den PVC-Stab mit dem Wolltuch und streife anschließend seine Oberfläche am Teller des Elektroskops entlang, so dass ein Zeigerausschlag bestehen bleibt, auch wenn Du den Stab wieder entfernst.
- Reibe den Stab noch einmal und streife seine Ladungen erneut ab. Was kannst Du beobachten? HIER DIE BEOBACHTUNG in italic
- Wiederhole diese Aktion mehrere Male, bis sich der Zeigerausschlag nicht mehr vergrößern lässt.
- Nimm jetzt den Acryiglasstab, reibe ihn mit dem Seidentuch und streife seine Oberfläche ebenfalls am Elektroskopteller entlang. Wiederhole dies mehrere Male.
- Schreibe Deine Beobachtungen nieder und versuche sie zu erklären:

III

- Bringe das Elektroskop mit Hilfe von PVC-Stab und Wolltuch zu einem großen Zeigerausschlag.
- Entzünde das Feuerzeug bzw. ein Streichholz und nähere es bis auf etwa 20cm dem Elektroskop.
- Wiederhole diesen Teil des Experiments mit dem Acrylglasstab und dem Seidentuch.
- Schreibe deine Beobachtungen nieder und versuche sie zu erklären:

Beide Stäbe bringen Spannung auf das Elektroskop, das Feuerzeug in der Nähe hebt diese dann auf.

4.5 Vorzeichen der elektrischen Ladung, E2-9

4.5.1 Einführung

Im Experiment E2-7 haben wir die Ladung auf dem geriebenen PVC-Stab willkürlich als negativ, die auf dem Acrylglasstab als positiv bezeichnet. Ob diese Festlegung richtig war, lässt sich mit einer Glimmlampe überprüfen. Das Neongas leuchtet an derjenigen Elektrode der Glimmlampe auf, die mit einem negativ geladenen Körper verbunden ist. Dazu muss allerdings die Ladung groß genug sein.

4.5.2 Geräte

1 Elektroskop, 1 PVC-Stab, 1 Wolltuch, 1 Glimmlampe auf Sockel, 1 Mehrzwecksockel, 1 Acrylglasstab, 1 Seidentuch

4.5.3 Durchführung

- Stecke das Elektroskop in die Buchse des Mehrzwecksockels und schiebe den Gummiring ganz nach oben, damit der Zeiger frei beweglich ist.
- Bringe das Elektroskop mit Hilfe von PVC-Stab und Wolltuch zu einem großen Zeigerausschlag.
- Nimm die Glimmlampe vorsichtig aus der Halterung, halte sie mit Daumen und Zeigefinger an einem Metallende fest und beobachte sie genau, während Du mit dem anderen Ende den Elektroskopteller berührst.
- Stelle vor allem fest, auf welcher Seite die Glimmlampe aufleuchtet: Ist es die Seite zum Elektroskop hin, so war die Ladung negativ, andernfalls positiv. Trage Dein Ergebnis in die Tabelle ein.
- Wiederhole dieses Teilexperiment mit dem Acrylglasstab und dem Seidentuch.
- Spanne am Schluss die Glimmlampe wieder vorsichtig in die Halterung des Sockels und arretiere den Zeiger des Elektroskops mit dem Gummiring.

4.5.4 Ergebnis

Wenn das Elektroskop aufgeladen ist duch PVC erläuchtet die Glimmlampe wenn die Birne nach oben zeigt, bei Acryl ist es anders herum, da es eine andere Spannung draufbringt.
Die Ladung des PVC-Stabs ist negativ und die des Acrylglasstabs positiv.

5 Zwischen-Aufschrieb zur Zusammenfassung des Magnetismus

evtl. mit hilfe von chatgpt
Im Folgenden sind einige wichtige Aspekte der Magnetphysik aufgeführt, die man wissen sollte, sowie die Formeln, die man kennen muss, und wie sie angewendet werden:

- Magnetische Felder: Ein Magnet erzeugt ein magnetisches Feld, das durch seine magnetischen Pole definiert ist. Die Stärke des magnetischen Feldes an einer bestimmten Stelle kann mit dem vektoriellen Magnetic Flux Density (B) beschrieben werden.
- Magnetische Fluss: Der magnetische Fluss (ϕ) ist die Anzahl der magnetischen Felder, die eine bestimmte Fläche durchqueren. Er kann durch die Formel $\phi = B \cdot A$ berechnet werden, wobei B das magnetische Feld und A die Fläche ist.
- Lorentzkraft: Ein Teilchen mit einer Ladung, das sich in einem magnetischen Feld bewegt, wird von einer Kraft beeinflusst, die als Lorentzkraft bezeichnet wird. Die Lorentzkraft kann durch die Formel $F = q \cdot vxB$ berechnet werden, wobei q die Ladung des Teilchens ist, v seine Geschwindigkeit und B das magnetische Feld.

- Maxwell-Gleichungen: Die Maxwell-Gleichungen beschreiben die Beziehungen zwischen elektrischen und magnetischen Feldern und deren Veränderungen in der Zeit. Diese Gleichungen sind für ein tieferes Verständnis der Magnetphysik und Elektrodynamik wichtig.
- Anwendungen: Magnete werden in vielen Bereichen eingesetzt, einschließlich Elektrotechnik, Elektromotoren, Transformatoren, Magnetresonanztomographie und Datenspeicherung.

Es ist wichtig zu beachten, dass dies nur ein Überblick über die Magnetphysik ist und es viele weitere Aspekte und Formeln gibt, die für ein umfassendes Verständnis erforderlich sein können.

Hier ist eine Erklärung der Bedeutungen der Buchstabenabkürzungen in den Formeln, die ich zuvor genannt habe:

- B: Magnetic Flux Density, auch bekannt als magnetische Feldstärke. Es beschreibt die Stärke des magnetischen Feldes an einer bestimmten Stelle.
- ϕ: Magnetischer Fluss, die Anzahl der magnetischen Felder, die eine bestimmte Fläche durchqueren.
- F: Lorentzkraft, die Kraft, die auf ein geladenes Teilchen wirkt, das sich in einem magnetischen Feld bewegt.
- q: Ladung des Teilchens, das von der Lorentzkraft beeinflusst wird.
- v: Geschwindigkeit des Teilchens, das von der Lorentzkraft beeinflusst wird.
- x: Kreuzprodukt, eine Mathematikoperation, die in der Berechnung der Lorentzkraft verwendet wird.
- A: Fläche, die in der Berechnung des magnetischen Flusses verwendet wird.

6 Einstieg in den Elektromagnetismus

6.1 Grundlagen des Elektromagnetismus

- Elektrische Ladung: Elektrische Ladungen sind grundlegende Teilchen, die entweder positiv ($q > 0$) oder negativ ($q < 0$) sein können.
- Elektrischer Strom: Ein elektrischer Strom I entsteht, wenn elektrische Ladungen mit einer Geschwindigkeit v durch einen Leiter fließen ($I = dq/dt$).
- Elektrische Spannung: Die elektrische Spannung V, auch als elektrischer Potenzialunterschied bezeichnet, ist eine Kraft, die elektrische Ladungen zum Fließen anregt ($V = \Delta V/\Delta q$).
- Elektrischer Widerstand: Der elektrische Widerstand R beschreibt die Fähigkeit eines Leiters, den elektrischen Strom zu hemmen ($V = IR$).
- Elektromagnetische Induktion: Die elektromagnetische Induktion beschreibt den Prozess, bei dem ein ändernder elektrischer Strom $\frac{dI}{dt}$ ein magnetisches Feld $\vec{B}$ erzeugt ($\frac{d\vec{B}}{dt} = -\mu_0\vec{j}$).
- Elektromagnetische Wellen: Elektromagnetische Wellen sind Wellen, die elektrische und magnetische Felder $\vec{E}$ und $\vec{B}$ miteinander kombinieren, um durch den Raum zu reisen ($c^2\vec{B} = \mu_0\vec{j} + \varepsilon_0\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$)
- Maxwell-Gleichungen: Die Maxwell-Gleichungen sind eine Reihe von vier Differentialgleichungen, die das Verhalten elektrischer und magnetischer Felder beschreiben.

In der Elektromagnetismus-Theorie werden folgende Formeln verwendet:

- Ohmsches Gesetz: $V = IR$, wobei V die elektrische Spannung ist, I der elektrische Strom und R der elektrische Widerstand.
- Kirchhoffsches Gesetz: Das Gesetz der elektrischen Stromverteilung besagt, dass der Strom in einem geschlossenen Stromkreis immer gleich bleibt.
- Faradaysches Induktionsgesetz: $emf = -\frac{d\Phi_B}{dt}$, wobei emf die elektromagnetische Induktionsspannung und Φ_B das magnetische Flusses ist.
- Lenzsches Gesetz: Das Lenzsche Gesetz besagt, dass ein von einer ändernden Magnetfeld induzierter Strom immer so gerichtet ist, dass er dem ändernden Magnetfeld entgegenwirkt.
- Maxwell-Gleichungen: Es gibt vier Maxwell-Gleichungen, die die elektrischen und magnetischen Felder beschreiben:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \; \nabla \cdot \vec{B} \qquad = 0 \; \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \; \nabla \times \vec{B} \qquad = \mu_0 \vec{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \tag{1}$$

Wobei $\vec{E}$ das elektrische Feld, $\vec{B}$ das magnetische Feld, ρ die Ladungsdichte, $\vec{j}$ der Stromdichte, ε_0 die elektrische Feldkonstante und μ_0 die magnetische Feldkonstante ist.

Die vier Maxwell-Gleichungen sind die grundlegenden Gleichungen des Elektromagnetismus und beschreiben das elektrische und magnetische Feld. Sie lauten wie folgt:

- Divergenz des elektrischen Feldes: $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$
- Divergenz des magnetischen Feldes: $\nabla \cdot \vec{B} = 0$
- Rotation des elektrischen Feldes: $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
- Rotation des magnetischen Feldes: $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Hierbei ist $\vec{E}$ das elektrische Feld, $\vec{B}$ das magnetische Feld, ρ die Ladungsdichte, $\vec{j}$ der Stromdichte, ε_0 die elektrische Feldkonstante und μ_0 die magnetische Feldkonstante. Die Maxwell-Gleichungen beschreiben die Beziehung zwischen den elektrischen und magnetischen Feldern und ihre Wechselwirkungen mit elektrischen und magnetischen Quellen.

7 Untersuchung der Kraftwirkung zwischen zwei elektrisch geladenen Kugeln, 10.2.2023

7.1 Versuch 1

q_1 in μC	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
F_{el} in 10^2N	0	,499	,955	1,5	2	2,5	3	3,5
$q_1 \propto F_{el}$?	0	2,004	2,002	2	2	2	2	2

Table 1: Wie hängt der Betrag F_{el} der elektrischen Kraft von der Ladung q_1 ab?

7.1.1 Auswertung

Ich habe die Objekte q_1 und q_2 an dem Maßband an 0 und 3cm angeordnet, wie in der Aufgabe gegeben, diese eingestellt auf $1 - 7\mu C(q_1)$ und $5\mu C(q_2)$. Das Ergebnis war, das die Kraft F_{el} von der Ladung q_1 Abhängt, mit einem "Maßstab" von 2?.

7.2 Versuch 2

q_2 in μC	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
F_{el} in $10^2 N$	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1
$q_2 \propto F_{el}$? ($\frac{q_2}{F_{el}}$)	0	$3,\overline{3}$	$3,\overline{3}$	$3,\overline{3}$	$3,\overline{3}$	$3,\overline{3}$	$3,\overline{3}$	$3,\overline{3}$

Table 2: Wie hängt der Betrag F_{el} der elektrischen Kraft vom Mittelpunktsabstand r der Kugeln ab?

Zusammenhang Man sieht hier das die werte Linear sind an der Ursprungsgerade.

7.3 Versuch 3

r in $10^{-2}m$	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	
F_{el} in $10^2 N$	8,09	3,6	2,02	1,29	0,899	0,66	0,506	[illegible]
$F_{el} \cdot r^2$ in $N \cdot m^2$	,3236	,324	,3232	,3225	,32364	,3234	,32384	

Table 3: Wie hängt der Betrag F_{el} der elektrischen Kraft vom Mittelpunktsabstand r der Kugeln ab?

Zusammenhang: F_{el} nimmt proportional ab während r größer wird, mit einem "Maßstab" von ,323 F_{el} nimmt proportional ab während r größer wird, mit einem "Maßstab" von ,323.???

7.4 Beantwortung der Forschungsfrage

Forschungsfrage: Gilt für die Konstante ε_0 in der Gleichung

$$F_{el} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

der Zusammenhang

$$c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}?$$

Antwort

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{c^2 \cdot \mu_0} \tag{2}$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi F_{el}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \tag{3}$$

$$\frac{1}{c^2 \cdot \mu_0} = \frac{1}{4\pi F_{el}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \tag{4}$$

$$\tag{5}$$

Hinweis: c ist die Lihtgeschwindigkeit, μ_0 ist die magnetische Feldkonstante.

Ja, diese Beziehung gilt für die Konstante ε_0 und μ_0. Die Formel $c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}$ beschreibt die Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektromagnetischen Wellen in einem Vakuum. c ist hierbei die Lichtgeschwindigkeit. ε_0 findet auch Verwendung in der Formel für die elektrische Kraft, die genannt wurde:

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

Hier berechnet man die elektrische Kraft zwischen zwei geladenen Teilchen q_1 und q_2, die sich auf einer Entfernung r voneinander befinden.

Zusammenhang mit Lichtgeschwindigkeit: Die Lichtgeschwindigkeit, c, ist die maximale Geschwindigkeit, mit der Information und Energie in einem Vakuum übertragen werden können. Im Falle elektromagnetischer Wellen ist dies die Geschwindigkeit, mit der diese Wellen sich in einem Vakuum ausbreiten.

In der Formel $c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0}$ wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektromagnetischen Wellen in Bezug auf die Konstanten ε_0 und μ_0 gesetzt. Hierbei beschreiben ε_0 und μ_0 die elektrische und magnetische Feldkonstanten und geben die Stärke des elektrischen und magnetischen Feldes an. Daher kann man mit der Formel $c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0}$ ausdrücken, wie sich das elektromagnetische Feld in einem Vakuum ausbreitet.

7.5 Untersuchung der elektrischen Kraft und Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen

Forschungsfrage: Gibt es einen Zusammenhang zwischen der elektrischen Kraft, die zwischen zwei geladenen Teilchen wirkt, und der Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen in einem Vakuum?

Materialien: Zwei geladene Teilchen q_1 und q_2, Messgerät zur Messung der elektrischen Kraft, Vakuumkammer.

Vorgehensweise:

- Platzieren Sie die beiden geladenen Teilchen q_1 und q_2 in einem Abstand r voneinander in einer Vakuumkammer.
- Messen Sie die elektrische Kraft, die zwischen den Teilchen wirkt, mit dem Messgerät und berechnen Sie diese mit der Formel

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

- Messen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen in der Vakuumkammer. Vergleichen Sie die Messwerte mit der Formel

$$c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}.$$

Auswertung und Diskussion Überprüfen Sie, ob die beiden Formeln konsistent sind, indem Sie den Zusammenhang zwischen ε_0, μ_0 und F_{el} untersuchen. Diskutieren Sie, wie sich die elektrische Kraft und die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen in einem Vakuum zueinander verhalten. Interpretieren Sie die Bedeutung von ε_0 und μ_0 in Bezug auf die elektrische Kraft und die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen.

Zusammenfassung Dieses Versuch untersucht den Zusammenhang zwischen der elektrischen Kraft, die zwischen zwei geladenen Teilchen wirkt, und der Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen in einem Vakuum. Die Ergebnisse werden ausgewertet und diskutiert, um ein besseres Verständnis für die Bedeutung von ε_0 und μ_0 zu gewinnen.

8 Versuchsprotokoll

8.0.1 Ziel des Versuchs

Beantworten Der Forschungsfrage:

> Forschungsfrage

Gilt für die Konstante ε_0 in der Gleichung

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \tag{6}$$

der Zusammenhang

$$c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}? \tag{7}$$

8.0.2 Thematischer Kontext und ggf. die zu überprüfenden Behauptungen

Im Rahmen dieses Versuchs soll die Forschungsfrage überprüft werden, ob der Zusammenhang $c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}$ gilt, wobei ε_0 die elektrische Feldkonstante und μ_0 die magnetische Feldkonstante darstellen. Dies wird mithilfe der Coulombschen Kraft, die in Gleichung (6) beschrieben wird, untersucht. Der Versuch zielt darauf ab, die Beziehung zwischen den Konstanten ε_0 und μ_0 zu untersuchen und somit grundlegende Kenntnisse der Elektromagnetismus-Theorie zu vertiefen.

8.0.3 Ort und Zeit der Durchführung, Namen der Experimentatoren

Der Versuch wurde in Raum 349 der Rolf Benz Schule in Nagold am Freitag, dem 10. Februar durchgeführt. Experimentator war Daniel Renschler.

8.0.4 Beschreibung und ggf. Abbildung des Versuchsaufbau

Der Versuch wurde in einer Simulation durchgeführt die uns bereitgestellt wurde [1]. Bei dem Versuch sind zwei Geladene Teilchen, die einen Abstand voneinander haben. In der Simulation kann man den Abstand einstellen ud welche Ladung sie haben sollen. Für den Veruch wurde folgendes Verwendet: Ladung 1 = 7 µC, Ladung 2 = 5 µC und einen Abstand von 3cm. Daraus Resultierte eine Kraft von 349,516N mit der Sich die Teilchen beeinflussen.

8.0.5 Beschreibung der Versuchsdurchführung

Die Versuchsdurchführung wurde schon großteils erläutert, Werte wurden in der Simulation eingestellt und eine Kraft ist daraus resultiert, mit dieser kann man dann weiterrechnen.

8.0.6 Antwort auf die Forschungsfrage

Man kann sich ε_0 herleiten durch Werte bekommen in Versuch 1 und Umstellung von Gleichung 6, das waren $q_1 = 7\mu C$, $q_2 = \mu C$, $F_{el} = 349,516N$[2] und $r = 3cm$.

[1] https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law-en.html
[2] F_{el} ist aus Simulation

$$
\begin{align}
\varepsilon_0 &= \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{F_{el} \cdot r^2} \tag{8}\\
&= \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{(7 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{C}) \cdot (5 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{C})}{(349,516\ \mathrm{N}) \cdot (0,03\ \mathrm{m})^2} \tag{9}\\
&= 8,854185356 \cdot 10^{-12}\mathrm{F/m} \tag{10}
\end{align}
$$

10 ist sehr wahrscheinlich automatisch vom Taschenrechner gerundet, wenn man es vergleicht mit der definierten Feldstärke ($8,85418782 \cdot 10^{-12}\mathrm{AsV^{-1}m^{-1}}$), es gibt zwischen meinem Ausgerechneten zum Gegebenen eine Varianz von 0,000000278%[3].

Das Kann man dann einsetzen in Gleichung 7, mit gegebenen Werten: $\varepsilon_0 = 8,8,854185356 \cdot 10^{-12}$, $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6}$.

$$
\begin{align}
c^2 &= \frac{1}{(8,854185356 \cdot 10^{-12}) \cdot (1,2566 \cdot 10^{-6})} \tag{11}\\
c^2 &= 8,98781936 \cdot 10^{16} \tag{12}\\
c &= 299796920,6 \left[\frac{m}{s}\right] \tag{13}
\end{align}
$$

Die definierte Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist 299792458 $\left[\frac{m}{s}\right]$, damit hat das definierte zu meinem c nur einen Abstand von 0,000014885%.

Antwort: Damit kann man sagen die Konstante ε_0 hat in der Gleichung 6 einen zusammenhang zu Gleichung 7.

8.0.7 Fehlerbetrachtung

Fehler kann ich nicht gut beurteilen, wenn man davon ausgeht das die Simulation keine fehler hat, dann der Rest auch keine Fehler, außer evtl. Rundung vom Taschenrechner, der auf neun Nachkommastellen rundet.

8.0.8 Interpretation und Schlussfolgerung

In diesem Versuch konnte man ε_0 und c bestimmen ohne einen signifikanten Fehler.

A lot of things may are missing, due to not being added.

9 Elektrische Spannung und Energie

Hier eine Abbildung B2 aus dem Buch mit Konensatorplatten.

Beobachtung: Nach dem Auseinanderyiehen der Platten leuchtet die Glimmlampe heller als voher.

Erklärung:

- Die Ladung auf den Kondensatorkräfte $\vec{F_e}l$ aufeinander aus.
- Gegen diese Anyeihungskräfte muss beim auseinanderyiehen der Platten eine Kraft längs des Yugweges aufgebracht werden. Man Überträgt Energie $\Delta E = F_{el} \cdot \Delta s$ auf das elektrische Feld im Kondensator.

[3]Nicht signifikant, weitergerechnet wurde mit „eigenem“ ε_0.

Auf das elektrische Feld im Kondensator.

- Je mehr Energie man in das Szstem steckt, desto gröser ist dann die Energie pro Ladungsportion auf den Platten - wir sagen auch "desto gröser ist dann die Spannung".

Elektrische Spannung ist definiert als Energie E pro Ladung q.

$$u = \frac{E}{q}$$

Einheit: $[u] = \frac{J}{C} = 1V$

Ziel: Sinnvolle Erweiterung der Spannungsdefinition für die Elektrostatistik am Beispiel des Plattenkondensators.

Allgemein gilt:

$$\Delta E = F_{\|} \cdot s$$
$$\Delta E = F_{\|} \cdot s = F \cdot s \cdot \cos(\alpha)$$

1. $$\Delta E_{BC} = F_{el} \cdot \overline{BC} \cdot \cos(90°) = 0$$

2. $$\Delta E_{AC} = F_{el} \cdot \overline{AC} \cdot \cos(\alpha) = \Delta E_{AB}$$

3. lässt sich durch einen Polygonzug approximieren. Für jedes Teilstück gilt das Ergebnis (2). Ergebnis ΔE_{AB} ist unabhängig vom Übertragungsweg.

Für die elektrische Feldstärke im Homogenen Feld eines Plattenkondensators mit dem Plattenabstand d gilt: $E = \frac{q}{d}; [E] = 1\frac{N}{C}$.

Ein Wattestück hat die masse $m = 0,01g$ und die Ladung $q = 0,10nC$. Welche Geschwindigkeit würde es erreichen, wenn es im Vakuum die Spannung $U = 100kV$ durchliefe? Wie gros müsste die Spannung zwischen waagerecht liegenden Kondensatorplatten vom Abstand 20cm sein, damit das Wattestück darin schwebt?

Ab dieser Aufgabe hört es auf einen Sinn zu machen, auch die Rechnung könnte ein wenig verwirrt sein, da es so im Unterricht war.

$m = 0,01g \quad = 1 \cdot 10^{-5}$
$q = 0,10nC \quad = 1,0 \cdot 10^{-8}$
$U = 100kV \quad = 1,00 \cdot 10^{5}$
$s = 0,2m \quad = 20cm$

$$\begin{aligned}
&\dots \\
VB &= \sqrt{2 \cdot \frac{q}{m} \cdot U} \\
VB &= \sqrt{2 \cdot \frac{1,0 \cdot 10^{-10} C}{1 \cdot 10^{-5} kg} \cdot 1 \cdot 10^5 V} \\
&\approx 1 \frac{m}{s}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{el} &= F_G \\
\Rightarrow q \cdot E &= m \cdot g \\
\Rightarrow q \cdot \frac{u}{d} &= m \cdot g \\
\Leftrightarrow u &= \frac{m \cdot g \cdot d}{q} \\
\Rightarrow u &= 1,962 \cdot 10^5 V
\end{aligned}$$

10 Das eletrische Potential

Spannung U_{AS} zwischen A und S:

$$U_{AS} = \frac{\Delta E_{AS}}{q} = \frac{F_{el} \cdot x}{q} = -E \cdot x + 2$$

Die Spannung U_{SB} von einem beliebigen Punkt B heißt elektrisches Potential $\Phi_B(S)$ des Punktes S bezüglich B.

$$E \cdot (x_2 - x_1) = E \cdot \Delta x$$

Spannung $U_{S_1 S_2}$ zwischen S_1 und S_2:

$$U_{S_1 S_2} = \frac{\Delta E_{S_1 S_2}}{q} = \frac{-\Delta E_{S_2 A} - (-\Delta E_{S_1 A})}{q} = -\Phi_1(S_2) - (-\Phi_1(S_1)) = \Delta \Phi_A (2) \quad (1) = (2) : E \cdot \Delta x = -\Delta \Phi_A$$

Eigenschaften des Potentials Φ:

1. Φ nimmt in Feldrichtung ab.
2. Die Spannung zwischen den Punkten S_1 und S_2 ist gleich ihrer Potentialdifferenz.
3. $$E = \frac{\Delta \Phi_A}{\Delta x}, \text{ falls E konstant ist.}$$
   $$E = -\Phi'_A(x), \text{ falls E nicht konstant ist.}$$

10.1 Hausaufgaben

A1: Zwischen zwei Kondensatorplatten mit $d = 2\text{cm}$ Abstand liegt die Spannung 1,0kV. Wie gros ist die Feldstaerke E wie gros die Kraft F auf eine Probeladung $q = 10\text{nC}$? Welche Energie wird von den Feldkraeften beim Transport von der einen zur anderen Platte aufgewandt? Pruefen Se die Spannungsangabe mit $U = \frac{W}{q}$ nach!

Loesung: Die Feldstärke E kann mit der Formel $E = \frac{U}{d}$ berechnet werden:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{1,0\text{kV}}{2\text{cm}} = 50\text{kV/m}$$

Die Kraft auf die Probeladung F kann mit der Formel $F = q \cdot E$ berechnet werden:

$$F = q \cdot E = 10\text{nC} \cdot 50\text{kV/m} = 0,5\mu\text{N}$$

Die Energie, die von den Feldkräften beim Transport von der einen zur anderen Platte aufgewandt wird, kann mit der Formel $W = q \cdot U$ berechnet werden:

$$W = q \cdot U = 10\text{nC} \cdot 1,0\text{kV} = 10\mu\text{J}$$

Um die Spannungsangabe mit $U = \frac{W}{q}$ zu prüfen, setzen wir die gegebenen Werte ein:

$$U = \frac{W}{q} = \frac{10\mu\text{J}}{10\text{nC}} = 1,0\text{kV}$$

Die Spannungsangabe ist also korrekt.

11 Wiederholung

Coloumb ist nur für Punkladungen, nicht für Felder.

$$\left(F_{el} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}\right)$$

Irgendwas mit Probeladung:

$$E = \frac{F_{el}}{q_{Probe}}$$

Des hier ist allgemein die Definiition für die elektrische Feldstärke. Im Kondensator für die Elektrische Feldstaerke braucht man nur $E = \frac{U}{d}, \frac{Spannung}{Plattenabstand}$.

Die Ladungsdichte σ ist Konstant, es ist die gedachte Nähe, der Vektoren, Feldlinien und wie nah sie einander sind.

Definition von Sigma (σ):

$$\sigma = \frac{q}{A} \quad = \frac{16e}{A} \quad = 16\frac{e}{A} \quad = \frac{8e}{\frac{1}{2}A} \quad = 16\frac{e}{A}$$

In einem Homogenen Feld soll an sich alles linear/proportional sein, wenn man die Spannung verdoppelt, dann verdoppeltet sich die Dichte der Feld-Vektoren σ und auch die Feldspannung.

Table 4: Irgendwas von der Tafel

σ	16	30	56
E	E_0	$2 \cdot E_0$	$4 \cdot E_0$
$\frac{\sigma}{E}$	$\frac{16}{E_0}$	$\frac{15}{E_0}$	$\frac{14}{E_0}$

11.1 Flaechenladungsdichte und elektrische Felstaerke im homogenen Feld

Auf einer Ebenem Flaeche mit inhalt A verteilt sich eine Ladungsmenge Q in der Regel gleichmaesig. Die Flaechendichte σ gibt an, wie dicht die Ladungen auf dieser Fläche sitzen. Sie berechnet sich bei einer gleichmäsigen Ladungsvertailung über

$$\sigma = \frac{Q}{A}; [\sigma] = 1\frac{C}{m^2}.$$

Vergrösern wir die eletkrische Feldstärke im Plattenkondensator, indem wir entweder die Spannung U erhöhen oder den Plattenabstand d verringern, so stellen wir fest, dass

$$\sigma \quad E$$

gilt.

$$\Rightarrow \frac{\sigma}{E} = konstant = \varepsilon_0$$

Die Feldstärke E eines homogenen Feldes ist proportional zur Flächenladungsdichte σ der sie erzeugenden Ladung. In Luft gilt

$$\sigma = \varepsilon_0 \cdot E$$

Hier ist σ Ursache des Feldes und E die Wirkung.
mit der elektrischen Feldkonstanten

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

12 Planarbeit: Plattenkondensator

12.1 Vorbereitung

Von welchen Grösen könnte die Ladungsmenge, die in einem Plattekondensator gespeichert ist ab?

Ziele:

- Die Definition der Kapazität eines Kondensators kennen, verstehen und anwenden können.
- Die Formel zur Berechnung der Kapazität eines Plattenkondensators kennen, verstehen und anwenden können.
- Den Einfluss von Dielektrika in Kondensatoren kennen und verstehen.

Die Kapazität eines Kondensators ist ein Maß für die Fähigkeit des Kondensators, elektrische Ladung zu speichern. Es wird gemessen in Farad (F). Ein Kondensator mit einer Kapazität von 1 Farad kann eine elektrische Ladung von 1 Coulomb speichern, wenn eine Spannung von 1 Volt angelegt wird.

Die Ladung Q auf einem Kondensator ist der Spannung U zwischen den Platten proportional. Unter der Kapazitat C eines Kondensator versteht man den Quotienten.

$$C = \frac{Q}{U}; \quad \text{Einheit:}[C] = 1\frac{C}{V} = 1F(Farad).$$

Fuer einen Plattenkondensator mit Flaeche A und Abstand d gilt:

$$C = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}.$$

Ein Kondensator besteht aus zwei leitenden Platten, die durch ein Dielektrikum getrennt sind. Wenn eine Spannung an den Platten anliegt, werden elektrische Ladungen auf den Platten gespeichert, wodurch ein elektrisches Feld im Dielektrikum erzeugt wird. Das Dielektrikum beeinflusst die Kapazität des Kondensators, indem es die elektrische Feldstärke zwischen den Platten reduziert und somit die elektrische Ladung, die auf den Platten gespeichert werden kann, erhöht.

Durch die Verwendung von Dielektrika mit höherer Dielektrizitätskonstante kann die Kapazität des Kondensators erhöht werden. Dielektrika können auch dazu beitragen, die Spannungsfestigkeit des Kondensators zu erhöhen, indem sie das elektrische Feld zwischen den Platten besser isolieren und somit ein Durchschlagen verhindern. Die Eigenschaften des Dielektrikums beeinflussen somit maßgeblich die Leistung und Funktionalität des Kondensators.

Permittivität Die relative Permittivität ε_0 gibt die Erhoehung der Kapazitaet durch ein Dielektrikum an. Im Vakuum ist ε_r gibt die Ehoehung der Kaoazitat durch ein Dielektrikum an. Im Vakuum ist $\varepsilon_r = 1$. Die Kapazitaet eines Plattenkondensators mit der Fläche A und dem Plattenabstand d ist

$$C = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}.$$

12.1.1 Aufgabe

2, *Berechnen sie die kapazitat C eines Kondensators mit Ladungsmenge $Q = 10nC$ und einer angelegten Spannung con $U = 5V$*

$$C = \frac{Q}{U} \quad \Rightarrow \quad \frac{10 \cdot 10^{-9}}{5} = 2 \cdot 10^{-10}$$

Berechnen sie die Ladungsmenge eines Kondensators mit der Kapazitaet 1000 μF und einer angelegten spannung von 3,3V Also 0,001 Farad (C).

$$C\dot{U} = Q \quad \Rightarrow \quad 0,001 \cdot 3,3 = 0.003C$$

3 Hier nochmal die formel: $C = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$, daraus muss man entweder ε_r verhundertfachen, oder A da sie Faktoren sind, man kann aber auch d, weil es ein Quotient ist durch hundert rechnen.

4 Stellen Sie eine Formel auf, die den Zusammenhang zwischen der elektrischen Feldstaerke eines Plattenkondensators und seiner Kapazitaet wiedergibt.

5 Bestimmen sie die Kapazitaet eine Kondensators unter Zuhlifenahme eines Diagramms mit folgenden Messwerten:

U **in** V	50	100	150	200
Q **in** nC	11	21	29	41

13 Winkel und Kreisbewegungen?

13.1 Vertiefung

skalare sind

1. die umlaufdauer T und
2. Die drehfrequenz

Vektorielle groesen sind

1. Der Radiusvektor $\vec{r}$ von der Drehachse zum Koerper.
   Man denke sich hier ein Kreis, welcher punkte auß en hat, ivon dem Mittelpunkt aus zeigt der Vektor auf die Punkte, am Kreis verteilt. Der Radiusvektor zeeigt zu drei verschiedenen zieten auf die verschiedenen Punkte, der Kreis bewegt sich im Uhrzeigersinn und ist nicht Konstant, Betrag (Laenge des Vektors) ist Konstant aber die Richtung ist entscheident.
2. die Bahngeschwindigkeit $\vec{v}$ des Koerpers K ist am voherigen Kreis, Tangential des Kreises entlang, in Richtung der Bewegung. Die Bahngeschwindigkeit ist ueberall am Kreis gleich lang, da der Kreis nicht anders schnell sein kann am gleichen Kreis, die Tangenten haben auch immer rechte Winkel zum Kreis-inneren. (Richtung aendert sich staendig, betrag bleibt meist gleich)

   wegen $|\vec{v}| = v = 2\pi \cdot r \cdot f =$ konstant handelt es sich um eine gleichfoermige kreisbewegung.
3. *Hier aus dem iPad einfuegen*, **Die Winkelgeschwindigkeit** $\vec{\omega}$

Dynamik der Kreisbewegung Fuert ein Koerper eine **gleichfoermige Kreisbewegung** ($|\vec{v}|=$ konstant) aus, so wirkt auf ihn in jedem Bahnpunkt eine zum Kreismittelpunkt gerichtete **Zentripeltalkraft** $\vec{F_Z}$, diese zwingt den Koerper auf die Kreisbahn.

13.2 Deduktion einer Formel fuer den Betrag von $\vec{F_Z}$

Wegen $F_Z = m \cdot a_Z$ leiten wir zunachst eine gleichung fuer a_Z her.

Ziel ist es eine gleichung zu finden, die a_Z enthealt.

Von 1 bis 2 gleichmaesig Bewegung tangential zur Kreisbahn.

Von 2 bis 3 gleichmaesig beschleunigte Bewegung in Richtung Kreismittelpunkt.

Da das (ΔM ①②) rechtwinklig ist, folgt aus dem Satz des Pythagoras.

$$\begin{aligned} r^2 + (v \cdot \Delta t)^2 &= (r + \frac{1}{2} a_2 \Delta t^2)^2 \\ \Leftrightarrow r^2 + v^2 \cdot \Delta t^2 &= r^2 + 2 \cdot r \cdot \frac{1}{2} \cdot a_2 \Delta t^2 + \frac{1}{a} a_2 \cdot \Delta t^4 \\ \Leftrightarrow v \cdot \Delta t^2 &= r \cdot a_2 \cdot \Delta t^2 + \frac{1}{4} a_Z^2 \cdot \Delta t^4 \\ \Leftrightarrow v^2 &= r \cdot a_Z + \frac{1}{4} a_Z^2 \cdot \Delta t^2 \end{aligned}$$

mit $\Delta t \to 0$ folgt

$$\begin{aligned} v^2 &= r \cdot a_Z \\ \Leftrightarrow a_Z &= \frac{v^2}{r} \\ \Rightarrow F_Z &= m \cdot a_Z = m \cdot \frac{v^2}{r} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a(t) &= a = \text{konstant} \\ a(t) &= v'(t) \\ v(t) &= a \cdot t + v_0 \\ v(t) &= s'(t) \\ s'(t) &= \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{F_Z} &= m \cdot \vec{a_Z} \\ F_Z &= m \cdot a_Z \\ f''(x) &= 2|a \\ f'(x) &= 2x|a \cdot x \\ f(x) &= x^2 \end{aligned}$$

Strategie:

- Damit ein Koerper eine Kreisbewegung ausfuert, ist eine zum Kreismittelpunkt gerichtete Zentripetalkraft, $\vec{F_Z}$ erforderlich.
- Diese ist die **Resultierende** aller Koerper angreifenden Kraefte.
- Man ueberlegt sich also immer zuerst welche aeuseren Kraefte am Koerper angreifen.

Beispiel: Pitt's Todeswand hat einen Durchmesser von 12,0 m. Die Reibungszahl zwischen dem Holzboden und den Rädern des Motorrads unterschreitet den Wert 0, 30 nicht. Berechnen Sie, mit welcher Geschwindigkeit die Steilwandfahrerin min- destens fahren muss, damit sie in der senkrechten Wand ihre Runden drehen kann.

Aufgabe: Die in der Abbildung skizzierte Steil- wandarena hat die Form einer Halbkugel mit dem Mittelpunkt O und dem Radius R " 10 m mit aufgesetztem Zylinder. Der Steilwandfahrer und das Motorrad haben zusammen die Masse $m = 200kg$.

Der Steilwandfahrer bewegt sich im unteren Teil der Arena mit seinem Motorrad auf einer horizon- talen Kreisbahn. Motorrad und Fahrer befinden sich dabei in jedem Augenblick senkrecht zur Wand. Der Schwerpunkt von Motorrad und Fahrer hat von O näherungsweise die Entfernung 10 m. Die Winkelweite α beträgt 60 grad.

a) Fertigen Sie eine maßstäbliche Skizze mit den im Schwerpunkt angreifenden Kräften an. Erläutern Sie anhand Ihrer Skizze, wie in die- sem Fall die erforderliche Zentripetalkraft zustande kommt.

Gravitationskraft sowie die Kraft auf die Bahn faellt an.

b) Berechnen Sie den Betrag der Zentripetalkraft, die für eine stabile Kreisbewegung des Steil- wandfahrers notwendig ist.

c) Berechnen Sie schließlich die Bahngeschwin- digkeit des Steilwandfahrers.

13.3 Unterichtsmitschrieb

Beispiel geg: $d = 12m; f_R = 0,3$

ges: v_{min}

Damit das Motorrad nicht herunter faellt, muss

$$F_G = F_R$$

sein.

$$\begin{aligned}
&\Rightarrow m \cdot g = f_R \cdot F_N = f_R \cdot F_2 = f_r \cdot m \cdot \frac{v^2}{r} \\
&\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{r \cdot g}{f_r}} \\
&\Rightarrow v = \sqrt{\frac{6,0m \cdot 9,81\frac{m}{s^2}}{0,30}} = 14,1\frac{m}{s}
\end{aligned}$$

Lecture 2: Das Gravitationsgesetz (Labor)

13-06-2023

Hier noch bild vonder simulation.

$m_1 100kg$	$1.34 \cdot 10^{-7}$
$m_1 200kg$	$2.67 \cdot 10^{-7}$
$m_1 300kg$	$4.00 \cdot 10^{-7}$
$m_1 400kg$	$5.34 \cdot 10^{-7}$
$m_1 500kg$	$6.67 \cdot 10^{-7}$
$m_1 600kg$	$8.01 \cdot 10^{-7}$
$m_1 700kg$	$9.34 \cdot 10^{-7}$
$m_1 800kg$	$10.70 \cdot 10^{-7}$
$m_1 900kg$	$12.00 \cdot 10^{-7}$
$m_1 1000$kg	$13.40 \cdot 10^{-7}$

Table 5: Versuch 1, $m_2 = 100kg$

Hier Diagram mit tikz.

Aus Regression:

$$0.0133751515x - 0.009333333 \left(r^2 = 0.999983057\right).$$

Hier noch proportionalitaet.

Versuch 2

Haegnt ab mit dem Faktor der aus der ableitung der Regression kommt.

DIGRAM EINFUEGEN.

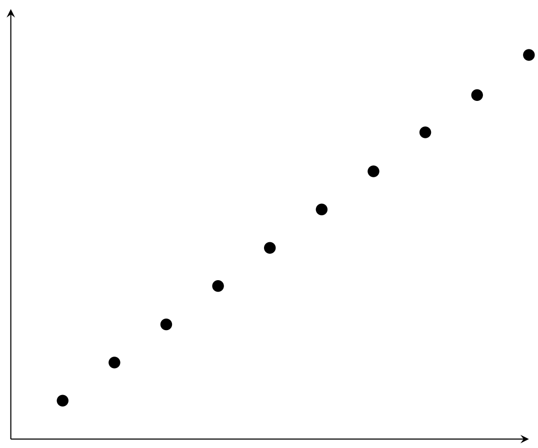

Figure 1: Messwerte aus der Simulation

m_2 100kg	$1.34 \cdot 10^{-7}$
m_2 200kg	$2.67 \cdot 10^{-7}$
m_2 300kg	$4.00 \cdot 10^{-7}$
m_2 400kg	$5.34 \cdot 10^{-7}$
m_2 500kg	$6.67 \cdot 10^{-7}$
m_2 600kg	$8.01 \cdot 10^{-7}$
m_2 700kg	$9.34 \cdot 10^{-7}$
m_2 800kg	$10.70 \cdot 10^{-7}$
m_2 900kg	$12.00 \cdot 10^{-7}$
m_2 1000kg	$13.40 \cdot 10^{-7}$

Table 6: Versuch 2, $m_2 = 500kg$

Regression machjen

Versuch 3

2m	$4.17 \cdot 10^{-6}$
3m	$1.85 \cdot 10^{-6}$
4m	$1.04 \cdot 10^{-6}$
5m	$6.67 \cdot 10^{-7}$
6m	$4.64 \cdot 10^{-7}$
7m	$3.41 \cdot 10^{-7}$
8m	$2.61 \cdot 10^{-7}$
9m	$2.06 \cdot 10^{-7}$
10m	$1.67 \cdot 10^{-7}$

Table 7: Versuch 3, $m_2 = m_2 = 500kg$

Aus exponentieller Regression:

$$reg = 57e^{-0.38x}.$$

ABBILDUNG EINFUEGEN $\frac{1}{r^2} - F_G$ Diagramm im vergleich zu dem exponentiellen.

Ist proportional zueinander (begruenden) .

GLEICHUNG AUFSTELLEN

Versuch 4

Tabelle ausfuellen, F_G mit Simulation.

Lecture 3: Untericht 13-Juni

16-06-2023

14 Gravitationsgesetz

$$F_G = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}.$$

M_1 & M_2 sind die Massen der Körper, G ist die Gravitationskonstante und r^2 als Abstand der Schwerpunkte.

$$G = 6,674 \cdot 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} \cdot 5^{-2}.$$

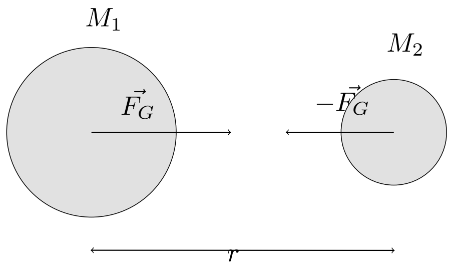

Figure 2: Gravitationsgesetz

Example

aufgabe 3c) 2.
Bestimmen Sie die Masse der Erde jeweils ausschlieslich mit den folgenden Werten: Abstand Erde - Mond $d = 60 \cdot R_{Erde}$ und Umlaufdauer des Mondes t=27,3d.

Ansatz: $F_Z = F_G$ (Zentripeltalkraft)

$$
\begin{aligned}
m \cdot \frac{v^2}{d} &= G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2} \\
m \cdot \frac{\left(\frac{2\pi \cdot d}{t}\right)^2}{d} &= G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2} \quad \text{hier kann man masse vom mond (m) kürzen} \\
M &= \frac{\frac{4\pi^2}{t^2} \cdot d^2}{d \cdot G} = \frac{4\pi^2 \cdot d^3}{G * t^2} \\
M &= \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 60 \cdot (6,370 \cdot 10^6 m)^3}{6,674 \cdot 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} s^{-2} \cdot (27,3 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 s)^2} \\
M &= 6,068 \cdot 10^{24} kg \quad \text{in echt ist es } 5,79 \cdot 10^{24} kg
\end{aligned}
$$

14.1 Aufaben

Aufgabe 1 Berechnen sie die Gravitationskraft zwischen:

1. Zwei Schiffen mit einer Masse von je 100 000 Tonnen, die sich mit dem Schwerpunktabstand r=200m begegnen. Hier ist irgendeine rechnung dann $F_G = 6,674 \cdot 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2} \cdot \frac{100000000kg}{200m^2} = 1,6685 \cdot 10.$
2. Ein Raumschiff umkreist die Erde in einer Höhe 2000km zur Erdoberfleche. Berechnen sie die dafuer erforderliche Geschwindigkeit.

   Hier muss man dann den Radius der Erde + den Abstand nehmen für die Zentripetalkraft.