

Physikalische und elektrische Grundlagen der Informatik (Sem. Informatik 1)

Übungsblatt 1: Elektrostatik

Aufg. 1 Zwei Kugeln im Abstand $R = 12 \text{ cm}$ sind mit Q bzw. mit $Q/9$ aufgeladen. Wo ist in der Umgebung der Kugeln die elektrische Feldstärke $= 0$? Wie verhält sich eine Ladung q , die Sie an diese Stelle setzen ?

Aufg. 2 In einem Farbmonitor werden die Elektronen zwischen der Kathode und der Anode mit einer Spannung von 20 kV beschleunigt.

- Skizzieren Sie den Aufbau. Wie ist die Kathode aufgebaut? Wie werden die Elektronen aus der Kathode freigesetzt? Wie würden Sie die Anode aufbauen?
- Mit welcher Geschwindigkeit fliegen die Elektronen an der Anode vorbei? (Lösungshinweis: Benutzen Sie den Energieerhaltungssatz). Wieviel Prozent von der Lichtgeschwindigkeit ($c = 300\,000 \text{ km/s}$) erreichen die Elektronen?

Aufg. 3 Zwei konzentrische Zylinder (Radius $R_1 < \text{Radius } R_2$, Länge l) werden homogen mit der Ladung $+Q$ bzw. $-Q$ aufgeladen. Berechnen Sie den Feldstärkeverlauf $E(r)$ für $r > R_2$, $r < R_1$ und für $R_1 < r < R_2$

Aufg. 4 a) Berechnen Sie die Gesamtkapazität der abgebildeten Schaltung.

- Welche Ladung wird gespeichert, wenn man die Schaltung an eine Spannungsquelle mit 10 V anschließt?
- Wielange würde ein Taschenlämpchen (Betriebsdaten 10 V , 1 W) mit dieser Ladung leuchten können ?

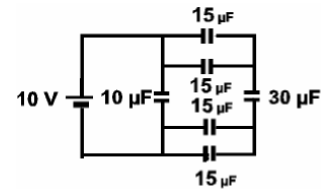


Abb. zu Aufg. 4

Aufg. 5 Mit Hilfe eines Plattenkondensators soll die Dicke x einer Papierbahn ($\epsilon_r \approx 5$) gemessen werden. Leiten Sie die Funktion der Kapazität $C(x)$ her, wenn der leere Kondensator $C_0 \approx \epsilon_0 \cdot A/d$ als Kapazität hat. Skizzieren Sie das Diagramm $C(x)$.

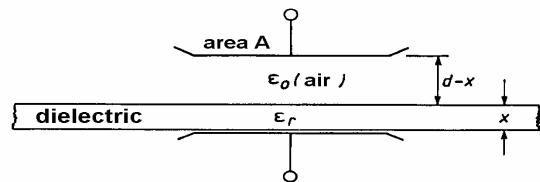


Abb. zu Aufg. 5

Aufg. 6 Der Füllstand h_1 in einem Wassertank ($\epsilon_r = 81$) der Gesamthöhe $h_0 = h_1(\text{Wasser}) + h_2(\text{Luft})$ wird mit einem offenen Zylinderkondensator (leer C_0) bestimmt. Wie hängt dessen Kapazität $C(h_1)$ vom Füllstand ab? Skizzieren Sie das Diagramm $C(h_1)$.

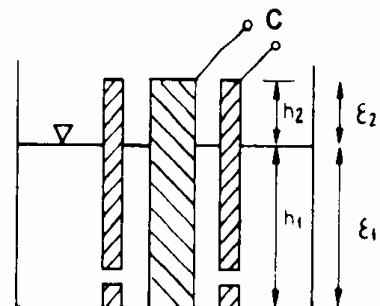


Abb. zu Aufg. 6

Aufg. 7 Ein Plattenkondensator wird auf 100 V aufgeladen. Nachdem die Spannungsquelle abgeschaltet ist, schiebt man eine Glasplatte ($\epsilon_r \approx 5$) bündig zwischen die Platten. Welche Spannung am Kondensator stellt sich ein? Wie groß ist die el. Feldstärke ohne bzw. mit Glas (Abstand der Platten $d = 2 \text{ cm}$)? Wie hoch ist jeweils die el. Verschiebungsdichte D ? Erläutern Sie mit einer Skizze den beobachteten Effekt.

Hinweis: Benutzen Sie schon Ihre selbsterstellte Formelsammlung. In der Klausur werden alle Konstanten in der Aufgabenstellung aufgeführt.

Physikalische und elektrische Grundlagen der Informatik (Sem. Informatik 1)

Übungsblatt 2: Stationäre Ströme

Aufg. 1 Widerstandsnetzwerk

Berechnen Sie die Ströme und Spannungen in dem abgebildeten Widerstandsnetzwerk ($U_q = 100 \text{ V}$, $R = 100 \Omega$). Bestimmen Sie zuerst den Gesamtwiderstand.

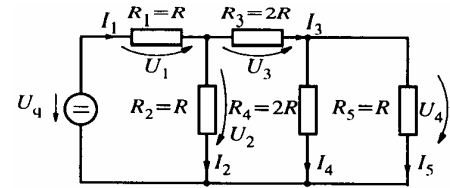


Abb 1. zu Aufg. 1

Aufg. 2 Spannungsquelle mit Innenwiderstand

Der Ladungstransport innerhalb einer Spannungsquelle ist widerstandsbehaftet (z.B. besteht das Netzteil eines PC aus einem Transformator, dessen Sekundärspule einen ohmschen Widerstand R_i hat). Die Verluste werden durch den **Innenwiderstand** R_i der Spannungsquelle beschrieben. Bei der idealen Spannungsquelle (Abb.2a) $R_i=0$, gibt es nicht!) ist die außen verfügbare Klemmenspannung $U_{KL} =$ der Quellenspannung U_q .

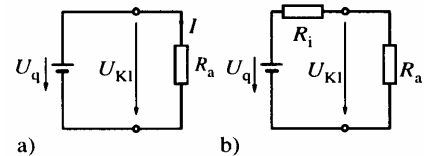


Abb 2. zu Aufg. 2

- Weisen Sie nach: Bei der realen Spannungsquelle mit dem Innenwiderstand R_i und dem Lastwiderstand R_a (Abb.2b) ergibt sich für die Klemmenspannung $U_{KL} = U_q \cdot R_a / (R_i + R_a)$ und für den Strom $I = U_q / (R_i + R_a)$.
- Beispiel: Bei einer Autobatterie ($U_q = 13 \text{ V}$) sinkt die Klemmenspannung auf die Hälfte der Leerlaufspannung ($=U_q$), wenn man den Anlasser betätigt. Der Anlasser nimmt eine Leistung von 1300 Watt bei 13 V auf. Wie groß ist der Innenwiderstand der Autobatterie und der Anlasserwiderstand?
- Weisen Sie nach, dass die vom Lastwiderstand aufgenommene Leistung $P_a = R_a \cdot U_q^2 / (R_a + R_i)^2$ ist. Wie groß ist die Leistung im Bsp. b) ?
- Weisen Sie nach, dass P_a für $R_i = R_a$ maximal wird (**Leistungsanpassung**).
- Weisen Sie nach, dass die maximale aufgenommene Leistung $P_{a \max} = 1/4 \cdot P_k$ ($P_k =$ Kurzschlussleistung der realen Spannungsquelle mit $R_a = 0$)

Aufg. 3 Belasteter Spannungsteiler und Potentiometer-Wegsensor

Ein Potentiometer (Gesamtwiderstand $R_o = 1 \text{ k}\Omega = R_1 + R_2$, Länge = 1m, Versorgungsspannung U) wird entsprechend dem Vorlesungsversuch als Wegsensor benutzt. Der Abgriff des Potentiometers wird mit der nachfolgenden Elektronik verbunden und über deren Eingangswiderstand ($R_v = 500 \Omega$) belastet.

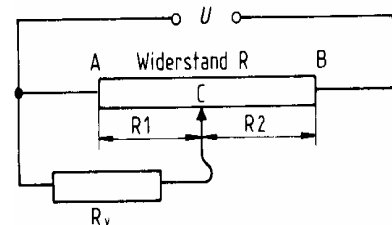


Abb 3. zu Aufg. 3

- Weisen Sie nach, dass die abgegriffene Spannung $U_v = U \cdot R_1 / (R_1 + R_2 + R_1 \cdot R_2 / R_v)$ ist.
- Wie groß wäre U_v , wenn die nachfolgende Elektronik keinen Strom ziehen würde, also einen sehr hohen Eingangswiderstand hätte?
- Welche Spannung U_v ergibt sich, wenn der Abgriff auf der Mitte (Weg $s = 0.5 \text{ m}$) des Potentiometers steht. Welchem Weg beim unbelasteten Potentiometer entspricht dies. Wie groß ist damit der prozentuale Fehler?

Aufg. 4 Wheatstonebrücke mit Pt 100-Temperatursensor

Dimensionieren Sie die Brücke so, dass sie bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$ abgeglichen ist, und dass der Pt 100-Temperatursensor bei einer Brückenversorgungs-spannung von 5 V von einem Strom von 1mA durchflossen wird. Wie groß ist die Diagonalspannung bei $100 \text{ }^\circ\text{C}$ (Temperaturkoeffizient von Pt $\sim 5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) ?

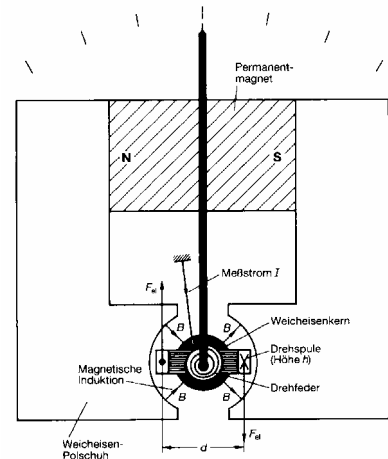
Hinweis: Benutzen Sie schon Ihre selbsterstellte Formelsammlung (2 Din-A-4-Seiten). In der Klausur werden alle Konstanten in der Aufgabenstellung aufgeführt.

Physikalische und elektrische Grundlagen der Informatik (Sem. Informatik 1)

Übungsblatt 3: Magnetfeld

Aufg. 1 Ein Gleichstrommotor (Leistung $P = 1 \text{ kW}$) wird über zwei parallele Drähte (Länge $l = 1 \text{ m}$, Abstand 10 mm) an eine Spannung von 200 V angeschlossen. Welche Kraft üben die Drähte aufeinander aus (der Durchmesser der Drähte sei klein gegenüber dem Abstand) ? In welcher Richtung wirkt die Kraft ?

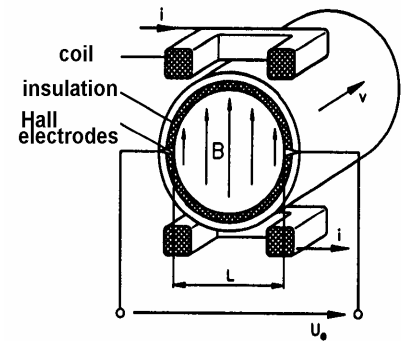
Aufg. 2 In einem Drehspulmessinstrument fließt der zu messende Strom durch eine Spule, die sich in einem rotationssymmetrischen Magnetfeld B drehen kann. Das Magnetfeld wird durch einen Permanentmagneten erzeugt, dessen Magnetfeld durch die seitlichen Weicheisenschenkel zur Drehspule geleitet wird und dort senkrecht auf den Windungen der Drehspule steht und innerhalb der zylinderförmigen Aussparung für die Drehspule einen konstanten Wert hat. An der Spule ist ein Zeiger befestigt, der den zu messenden Strom (nach Kalibrierung) auf einer Skala anzeigt (vgl. Vorlesungsversuch und Abb.). Die Spule ist an einer Spiralfeder befestigt, deren rücktreibendes Drehmoment M proportional zum Auslenkwinkel Φ ist:



$M_F = D^* \Phi$. Die Spule mit N Windungen ist auf einen rechteckigen Rahmen der Breite d und der Höhe h gewickelt.

- Weisen Sie nach, dass $\Phi = B \cdot d \cdot h \cdot N \cdot I / D^*$ direkt ein Maß für den Strom I ist (Hinweis: Das Drehmoment M berechnet sich mit der Kraft F_{el} auf den Spulenstrom $M = 2 \cdot F_{el} \cdot d/2 = F_{el} \cdot d$).
- Wie groß muss das Magnetfeld B sein, damit ein Strom von 1 A eine Auslenkung von 60° erzeugt ($d = h = 1 \text{ cm}$, $N = 200$, $D^* = 10^{-6} \text{ Nm/Grad}$; vergleiche das Magnetfeld der Erde beträgt $\approx 7 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ an den Polen)?

Aufg. 3 Die Lorentzkraft kann man ausnutzen, um die Strömungsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten zu bestimmen, die freie Ladungsträger (z.B. positive oder negative Ionen, Elektronen) besitzen, also leitfähig sind. Mit einer Spule (coil) wird das Magnetfeld B erzeugt, das senkrecht zur Strömungsgeschwindigkeit v steht. Dadurch werden die Ladungsträger abgelenkt und getrennt. Es bildet sich ein elektrisches Feld senkrecht zu B und v aus, das als Spannung an den Hall-Elektroden gemessen werden kann (vgl. Hall-Effekt in der Vorlesung von Herrn Krieg besprochen). Die Elektroden müssen gegenüber dem Rohr isoliert (insulation) sein. Weisen Sie nach dass die gemessene (Hall-)Spannung



$U = v \cdot B \cdot L$ ist. (Das Verfahren wird Magnetisch Induktive Durchflussmessung = **MID** genannt.)

Aufg. 4 In einem homogenen Magnetfeld $B = 0.1 \text{ T}$ wird eine quadratische Spule (Querschnitt = 100 cm^2 , $N = 100$ Windungen) konstant mit 1200 Umdrehungen pro Minute gedreht. Die Achse steht senkrecht zum B -Feld (Wechselstromgenerator).

- Wie groß ist die maximal in der Spule induzierte Spannung?
- Wie lautet die mathematische Beschreibung der induzierten Spannung ?

Aufg. 5 Ein gerader Leiter wird von einem Wechselstrom $I(t) = I_0 \cdot \cos(2\pi ft)$ ($I_0 = 10 \text{ A}$, $f = 50 \text{ Hz}$) durchflossen. Im Magnetfeld des Leiters liegt eine quadratische Spule (Querschnitt = 100 cm^2 , $N = 100$ Windungen) mit einer Seite parallel zum Leiter in einem Abstand von 1 cm . Das Magnetfeld steht senkrecht zur Fläche der Spule. Wie groß ist die in der Spule induzierte Spannung ? (Beachten Sie, das Magnetfeld ist über die Spulenfläche nicht konstant !)