1. Aufgabe – Coulomb-Felder (30 (GK) bzw. 40 (LK) Punkte)

Betrachte in den folgenden Aufgaben die elektrischen Felder von geladenen Körpern. Diese haben alle Kugelsymmetrie, so dass das elektrische Feld als reines Radialfeld („Coulomb-Feld") angesehen werden kann. Die Ladungen verhalten sich also alle wie eine punktförmige Ladung im Mittelpunkt des jeweiligen Körpers.

1. Eine Kugel mit dem Radius R_1=5cm wird an eine Spannungsquelle angeschlossen und erhält eine Ladung von Q_1=+1nC. Die Spannungsquelle wird entfernt, ohne dass Ladung abfließen kann. Zeichne den Verlauf der elektrischen Feldstärke E(r) für diese Anordnung im Außenraum der Kugel (für r ≥ 5cm). (10P)

2. Berechne die Kraft auf ein Elektron auf dieser Kugeloberfläche. (3P)

3. Berechne die aufzuwendende Arbeit, um ein Elektron von dieser Kugeloberfläche zu entfernen („ins unendliche zu bringen"). (5P)

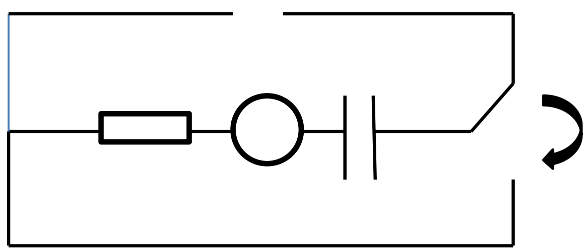
4. Eine zweite Kugel mit einem Radius R_2=4cm erhält die halbe Ladung. Der Abstand zwischen den Kugeln beträgt 18cm (Mitte-Mitte). Berechne die Lage des feldfreien Punktes und stelle diesen in einer Skizze dar. (7P)

5. Berechne die Spannung zwischen den beiden Kugeln und entscheide, welche positiv und welche negativ dabei ist. Tipp: Die Potentiale sind bekannt. „Spannung" heißt ja Potentialdifferenz… (5P)

6. LK: Beide Kugeln werden nun elektrisch leitend verbunden. Nach einer gewissen Zeit stellt sich ein Gleichgewicht ein. Berechne die Ladungen auf den beiden Kugeln in diesem Gleichgewicht. Tipp: Die Ladung bleibt erhalten… (10P)

2. Aufgabe – Ladevorgänge bei Kondensatoren (40P)

1. Der Schalter wird nach hinreichend langer Auflade-Zeit zu Beginn der Messung bei t=0 von Position 1 nach 2 umgelegt. Formuliere für das Auf- und das Entladen die Kirchhoff'sche Maschenregel und leite daraus jeweils die korrespondierende Differentialgleichung („DGL") für den Verlauf von Q(t) her. (8P)



2. Zeige für das Entladen, dass der Ansatz $Q(t) = Q_0 \cdot \exp(-t/T)$ die korrespondierende DGL löst und bestimme darin formelmäßig T. (4P)

3. Skizziere in einem t-U-Diagramm den zeitlichen Verlauf von U_R und U_C gegen die Zeit für das Auf- und das Entladen. Erläutere den Verlauf unter Bezug auf die Kirchhoff'sche Maschenregel und unter Beachtung der Vorzeichen. (8P)

4. Der auf eine Anfangsspannung von U_0= - 12V aufgeladene unbekannte Kondensator C aus Aufgabe 2.1 wird nun über den ebenfalls unbekannten Widerstand R entladen (Schalter wird bei t=0 von Position 1 nach Position 2 umgelegt). Dabei ergibt sich die folgenden Messwerte für den Stromverlauf I(t). Stelle die Messwerte sinnvoll (!) graphisch dar und bestimme daraus GRAPHISCH (!!!) I_0 und T und damit dann R und C. (10P)

Zeit t in sec	0,2	0,3	0,5	0,9	1,4
Stromstärke I in mA	19,8	14,7	8	2,4	2,5

5. LK: Ein Kondensator der Kapazität C_1=100mF wird auf eine Anfangsspannung von 6V aufgeladen und anschließend über einen Widerstand von 33Ω mit einem zweiten Kondensator C_2=50mF verbunden. Bestimme die Spannungen U_1 und U_2 nach hinreichend langer Zeit, wenn sich ein Gleichgewicht eingestellt hat und berechne die im Widerstand in Wärme umgewandelte elektrische Energie. (10P)

Hinweise:

Dielektrizitätskonstante des freien Raums: $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Asec/Vm

Elementarladung $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$C

Kapazität einer einzelnen Kugel „gegen unendlich" $C = 4\pi\varepsilon_0 R$