

### Aufgabe 1: Kondensatoren – Aufbau und Kapazitäten (50 Punkte)

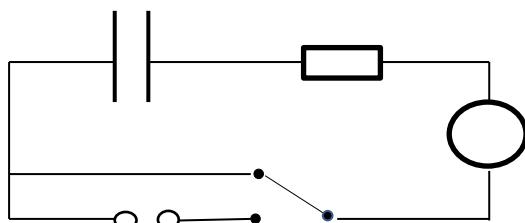
In den folgenden Aufgaben werden 2 Kondensatorbauformen miteinander verglichen. Zum einen wird der Plattenkondensator betrachtet, die andere Bauform ist der sogenannte „Kugelkondensator“ mit zwei konzentrischen Kugeln, welche voneinander elektrisch isoliert sind. Dazwischen befindet sich bei beiden Luft mit  $\epsilon_r \approx 1$ . Beide Kondensatoren werden auf eine Spannung von  $U_C = 1\text{kV}$  aufgeladen.

Die Plattenfläche des Plattenkondensators beträgt  $100\text{cm}^2$  bei einem Abstand von  $1\text{cm}$ . Die Oberfläche der inneren Kugel des Kugelkondensators beträgt zur besseren Vergleichbarkeit bei einem Radius von  $2,82\text{cm}$  ebenfalls  $100\text{cm}^2$ , der Abstand zur äußeren Kugel  $1\text{cm}$ .

- a. Berechne für beide Bauformen aus den gegebenen Geometrien die Kapazitäten C, die bei  $U_C = 1\text{kV}$  vorhandenen Ladungen Q und die im elektrischen Feld gespeicherten Energien  $W_{Ei}$ . Vergleiche die Ergebnisse. Zur Kontrolle und für die folgenden Aufgaben:  $Q_{\text{Kugel}} \approx 12\text{nC}$  (12P)
- b. Skizziere und beschreibe das Feld des Kugel- und des Plattenkondensators und berechne die elektrische Feldstärke in der Mitte zwischen den Kugeln und in der Mitte zwischen den Platten. (10P)
- c. Leite die Formel zur Berechnung der Kapazität des Kugelkondensators aus zwei konzentrischen Kugeln kommentiert her. (8P)
- d. Berechne die Arbeit, um ein einzelnes Elektron von der positiven Platte bzw. der positiven Kugel zur negativen Platte / Kugel zu bringen. (6P)
- e. In einem Experiment wird der oben beschriebene Kugelkondensator elektrisch isoliert und von der Spannungsquelle getrennt. Die äußere Kugel wird gleichmäßig verkleinert, bis der Abstand nur noch  $1\text{mm}$  zur inneren, unveränderten Kugel beträgt. Berechne nun C, U und Q. Vergleiche die Feldenergien vorher/nachher und begründe die Veränderung. (14P)

### **Aufgabe 2: Auf- und Entladevorgänge von Kondensatoren (50P)**

Ein unbekannter Kondensator wird entsprechend folgender Anordnung auf eine Spannung von  $U_0 = -3\text{V}$  aufgeladen. Zum Zeitpunkt  $t = 0\text{sec}$  wird der Schalter aus der Position 1 in die Position 2 umgelegt und der Entladestrom wie folgt gemessen:



- a. Leite für  $Q(t)$  kommentiert die korrespondierenden Differentialgleichungen für das Auf- und Entladen aus der Kirchhoff'schen Maschenregel her. (10P)
- b. Zeige, dass ein Ansatz der Form  $Q(t) = Q_0 \cdot \exp(-t/T)$  die DGL für das Entladen löst und bestimme formelmäßig  $T$  dabei. (6P)
- c. Zeige, dass  $T$  die Einheit „sec“ hat. (4P)
- d. Erläutere den Begriff „Halbwertszeit“ und leite den Zusammenhang zwischen dieser und  $T$  her. (4P)
- e. Zeige für eine Reihenschaltung bzw. eine Parallelschaltung den Zusammenhang:  $1/C_{\text{Ges}} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$  bzw.  $C_{\text{Ges}} = C_1 + C_2 + \dots$  (10P)
- f. Stelle den folgenden, gemessenen Zeit-Strom-Verlauf in GEEIGNETER DARSTELLUNG graphisch dar und bestimme daraus GRAPHISCH (!!!)  $I_0$  und  $T$  und daraus dann  $R$  und  $C$ . (16P)

<b>t in sec</b>	5	15	30	50	85
<b>I in mA</b>	51	40	27	16	1

Formelsammlung zu den Aufgaben:

$$\text{Widerstand: } R := \frac{U}{I} \quad \text{Kapazität: } C := \frac{Q}{U} \quad \text{Spannung: } U := \frac{W}{q}$$

$$\text{Elektrische Feldenergie im Kondensator: } W_{el} = \frac{1}{2} Q \cdot U = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

$$\text{Coulomb-Feld: } \vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \quad (\text{Radialfeld})$$

$$\text{Zusammenhang zwischen elektrischem Feld und der Spannung: } U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}(\vec{r}) \, d\vec{r}$$

$$\text{Kapazität Kugelkondensator: } C = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$