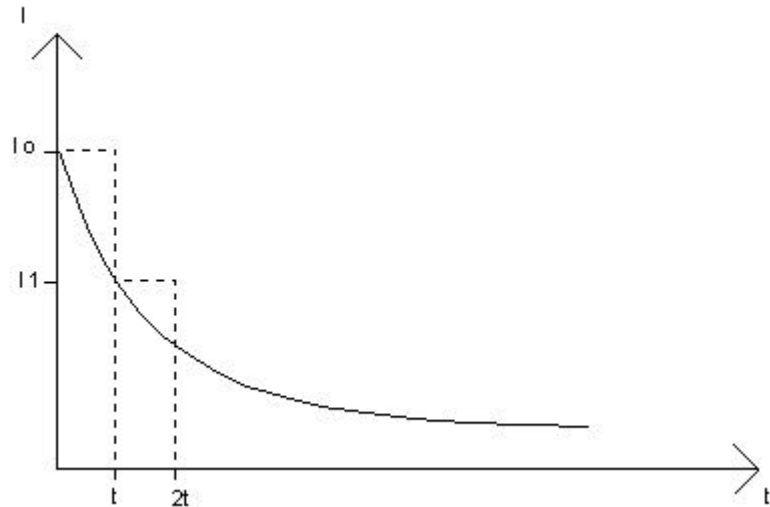


Physikprotokoll vom 29.10.2001Aufladungsvorgang eines Kondensators:

Grafische Darstellung:

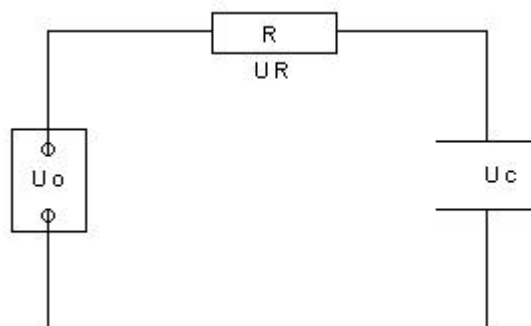
Rechnerische Bestimmung der Ladung Q zu einem Zeitpunkt t auf dem Kondensator; es gilt:

$$Q_0 = I_0 \cdot \tau \quad (\text{Obersumme})$$

$$Q_1 = I_1 \cdot \tau + Q_0$$

usw.

Schaltskizze zum Versuch:



Da es sich um eine Reihenschaltung handelt, gilt:

$$U_0 = U_R(t) + U_C(t)$$

$$U_C(t) = U_0 - U_R(t)$$

$$U_C(t) = U_0 - I(t) \cdot R$$

Weiterhin gilt allgemein:

$$Q_C(t) = C \cdot U_C(t)$$

Durch Einsetzen erhält man:

$$Q_C(t) = C \cdot (U_0 - I(t) \cdot R)$$

$$Q_C(t) = C \cdot U_0 - I(t) \cdot C \cdot R$$

$$Q_C(t) = Q_0 - \tau \cdot I(t) \cdot C \cdot R$$

Einschub aus der Mathematik:

$$\lim_{x_2 \rightarrow x_1} \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + \Delta x) - f(x_1)}{\Delta x} = f'(x_1)$$

Für die Physik gilt in unseren Berechnungen damit:

$$Q(t) = I(t)$$

$$Q(t) = Q_0 - Q(t) * C * R \quad (\text{erste Ableitung nach der Zeit})$$

$$Q(t) = 1/(R*C) * (Q_0 - Q(t))$$

$$Q(t) = 1/(R*C) * (Q_0 - Q(t)) dt$$

Eine Zusammensetzung von Funktionen und Ableitungen in einer Gleichung nennt man Differentialgleichung. Die Lösung einer Differentialgleichung ist eine Funktion.

Parallel dazu gilt für die Spannung:

$$C * U(t) = C * U_0 - C * U_c(t) * C * R$$

$$U(t) = U_0 - U_c(t) * C * R$$

Auf Grund früherer Messungen ist uns für die Stromstärke I bereits bekannt:

$$I(t) = I_0 * e^{-1/(R*C) * t} \quad (\text{Aufladungsvorgang})$$

$$I(t) = -I_0 * e^{-1/(R*C) * t} \quad (\text{Entladungsvorgang})$$

Durch Einsetzen erhält man damit:

$$Q(t) = Q_0 - C * R * I_0 * e^{-1/(R*C) * t}$$

$$= Q_0 - Q_0 * e^{-1/(R*C) * t}$$

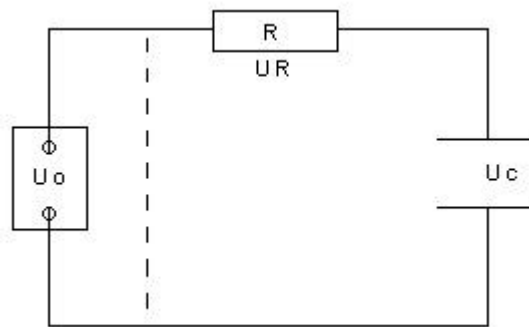
$$Q(t) = Q_0 * (1 - e^{-1/(R*C) * t})$$

Und damit:

$$U(t) = U_0 * (1 - e^{-1/(R*C) * t})$$

Entladungsvorgang eines Kondensators:

Schaltskizze zum Versuch:



(die Spannungsquelle wird überbrückt)

Wie oben schon erwähnt, gilt für die Stromstärke I:

$$\mathbf{I(t) = - I_0 * e^{-1/(R*C) * t}}$$

Für die Spannung U gilt damit:

$$U_c(t) = - (- I_0 * e^{-1/(R*C) * t}) * R$$

$$\mathbf{U_c(t) = U_0 * e^{-1/(R*C) * t}}$$

Für die Ladung Q gilt:

$$\mathbf{Q(t) = Q_0 * e^{-1/(R*C) * t}}$$

Wie man den Formeln entnehmen kann, sind Messwerte und damit auch der Grafe entscheidend vom Widerstand R und der Kapazität C des Kondensators abhängig.

Werte aus der Messreihe:

R [Ω]	C [F]	R * C [s]
10^3	10^{-7}	10^{-4}
10^3	10^{-6}	10^{-3}
10^2	10^{-6}	10^{-4}

Da das Produkt R * C im ersten und im dritten Fall das gleiche ist, müssten auch die Kurven identisch sein. Dass dies in unseren Versuchen nicht immer der Fall war, liegt an fehlerhaften Bauteilen.

Zusammenfassung der Verfahrens:

- Durchführen einer Messreihe
- Grafische Darstellung der Messwerte
- Entwicklung von Formeln (ggf. mit Hilfe der Mathematik)