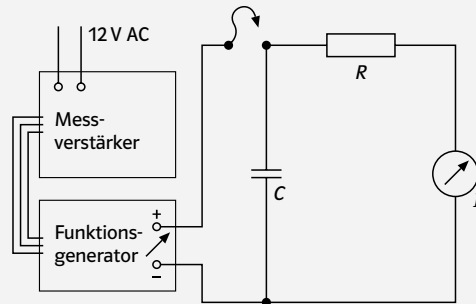


Zwei elektrisch leitende Körper, die durch einen Isolator getrennt sind, bilden einen Kondensator. In ihm lässt sich Ladung speichern.

**Aufgabe:** Bestimmen Sie die in einem Kondensator gespeicherte Ladung.

**Geräte:** Kondensator ( $C_1 = 1000 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 3300 \mu\text{F}$ ), Widerstände ( $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$ ), Funktionsgenerator, Messverstärker, Stromstärkemessgerät, Stoppuhr, elektrische Versorgung 12V AC.

**Aufbau:**



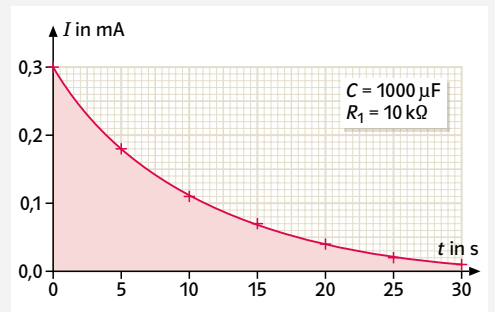
**Durchführung:** Schließen Sie die Versorgungsspannung (12V AC) an den Messverstärker an. Verbinden Sie den Messverstärker über das sechspolige Kabel mit dem Funktionsgenerator. Wählen Sie am Funktionsgenerator mit den Miniaturschaltern „Gleichspannung+“ aus. Messen Sie die Spannung des Funktionsgenerators und korrigieren Sie den Wert mit dem Amplituden-Regler auf 3V.

Bauen Sie die weitere Schaltung entsprechend dem Schaltplan und dem Foto auf. Achten Sie auf die richtige Polung des Kondensators.

Schließen Sie den Kontakt für ca. 10 Sekunden und messen Sie nach dem Trennen anfangs alle 5 Sekunden die Stromstärke  $I$ , später alle 10 Sekunden:

$t$ in s	0	5	10	15	20	25	30	40
$I$ in mA	...	...	...	...	...	...	...	...

**Auswertung:** Zeichnen Sie ein  $t$ - $I$ -Diagramm.



■ **A1** Begründen Sie, dass die Fläche unter dem Graphen ein Maß für die zu Beginn gespeicherte Ladung darstellt.

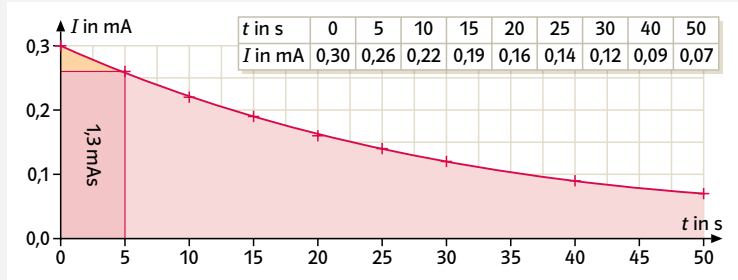
■ **A2** Bestimmen Sie näherungsweise die Ladung des Kondensators aus dem Graphen.

■ **A3** Wiederholen Sie die Messung mit einem Widerstand  $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$ .

## Die Fläche unter einer Kurve

In einem  $t$ - $I$ -Graphen gibt eine Rechteckfläche das Produkt aus Stromstärke und Zeit an. Zum Beispiel erhält man bei einer konstanten Stromstärke  $I = 0,26 \text{ mA}$  in der Zeitspanne  $\Delta t = 5 \text{ s}$  das Produkt  $I \cdot \Delta t = 0,26 \text{ mA} \cdot 5 \text{ s} = 1,3 \text{ mAs}$ . Dieses bezeichnet die Ladung, die in der betrachteten Zeitspanne  $\Delta t = 5 \text{ s}$  geflossen ist.

Bei einem krummlinigen Graphen kann man die Fläche unterhalb des Graphen durch Rechtecke annähern ( $\rightarrow$  B2). Die Gesamtladung erhält man näherungsweise durch Summenbildung. Diese kann von Hand, mit einem Tabellenkalkulationsprogramm oder einem GTR ausgewertet werden.



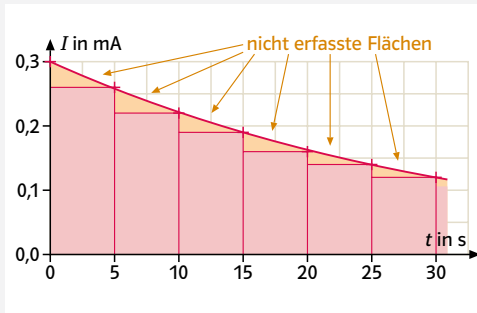
B2 Entladekurve eines Kondensators

■ A1 Berechnen Sie die Fläche näherungsweise durch Ermittlung der Rechtecksummen.

■ A2 Bestimmen Sie die Fläche mit einem Tabellenkalkulationsprogramm.

	A	B	C	D
1	Zeit	$I$	$\Delta Q$	$Q$
2	in s	in mA	in mAs	in mAs
3	0	0,3	0	0
4	5	0,26	1,3	1,3
5	10	0,22	1,1	2,4
6	15	0,19	0,95	3,35
7	...	...	...	...

■ A3 Ermitteln Sie die Fläche für die Rechtecke, die die Kurve überdecken.



B1 Die Fläche unter der Kurve wird durch Rechtecke angenähert.

## Lösung mit dem GTR

**Aufgabe:** Geben Sie ihre Messwerte in die Listen L1 und L2 des Taschenrechners ein: [Stat] [1] und Ansteuern des Listenplatzes mit den Cursortasten, Eingabe mit [Enter] abschließen.

L1	L2	L3	2
10	.22		
15	.19		
20	.16		
25	.14		
30	.12		
40	.09		
50	.07		

L2(9) = .07

Die Zeitspannen zwischen den Messungen errechnet man in der Liste L3: [Stat] [1] und Ansteuern des Spaltenkopfes der Liste L3 mit den Cursortasten. Dann [Enter] [2nd] [List] [OPS] [7] [2nd] [List] [1] [D] [Enter]. Nun wird in Liste L3 im ersten Feld mit [2nd] [INS] eine 0 gesetzt, um die Liste auf die passende Länge zu bringen.

In Liste L4 sollen die Produkte aus Zeitspannen und Stromstärken aufsummiert werden: [Stat] [1] und Ansteuern des Spaltenkopfes der Liste L4 mit den Cursortasten. Dann [2nd] [List] [OPS] [6] [2nd] [List] [2] [\*] [2nd] [List] [3] [D] [Enter].

L2	L3	L4	4
.22	00000000	2.4	
.19	00000000	2.85	
.16	00000000	4.15	
.14	00000000	4.88	
.12	00000000	5.45	
.09	10	6.35	
.07	10	7.05	

L4(9) = 7.05

Die Anfangsladung entnimmt man dem letzten Element der Liste L4. In unserem Beispiel sind dies 7,05 mC. Der Wert ist kleiner als der zu erwartende Wert, da die Fläche durch die Annäherung nicht vollständig erfasst wird. Ein  $t$ - $I$ -Diagramm der Listenwerte kann über [Graph] angezeigt werden.