

**Thema: Abnahmeprozesse**

Im Mittelpunkt dieser Aufgabe stehen die Untersuchung der Entladung von Kondensatoren in Aufgabe 1, die Betrachtung der Amplitude einer Schallwelle in Aufgabe 2 und die Abschwächung der ionisierenden Strahlung eines radioaktiven Präparates in Aufgabe 3.

**Aufgabenstellung****Aufgabe 1**

In einem Experiment wird die Entladung eines Kondensators über einen Widerstand untersucht.

1.1 Erläutern Sie eine Einsatzmöglichkeit von Kondensatoren als Energiespeicher in technischen Systemen. [3 BE]

1.2 Beschreiben Sie anhand der Schaltskizze in Material 1 (M1) die Durchführung eines im Unterricht behandelten Experiments zur Untersuchung des Entladevorgangs eines Kondensators bezüglich der Spannung oder der Stromstärke.

Bei einem derartigen Experiment misst man die in M2 angegebenen Werte.

Zeichnen Sie ein  $t$ - $I$ -Diagramm.

Bestimmen Sie mit Hilfe des  $t$ - $I$ -Diagramms die Halbwertszeit  $t_H$  für den Entladevorgang.

[8 BE]

1.3 In einem weiteren Versuch werden zwei Kondensatoren gleicher Kapazität parallel geschaltet, mit gleicher Ladespannung wie in 1.2 aufgeladen und anschließend über einen Widerstand entladen. Die Messdaten sind in M3 angegeben.

Zeichnen Sie in das  $t$ - $I$ -Diagramm aus 1.2 die Entladekurve zu den Daten in M3 ein, wobei Sie zunächst die zwei fehlenden Werte ergänzen.

Ermitteln Sie aus dem Diagramm die Halbwertszeit für den Entladevorgang in der Parallelschaltung der Kondensatoren und die absolute Messunsicherheit für diese Halbwertszeit.

[7 BE]

1.4 Die Halbwertszeit für den Entladevorgang eines einzelnen Kondensators der Kapazität  $C$  ist  $t_{H,1}$ . Dieser Kondensator wird durch die Parallelschaltung von  $N$  Kondensatoren gleicher Kapazität  $C$  ersetzt.

Begründen Sie, dass in diesem Fall für die Halbwertszeit  $t_{H,N}$  gilt:  $t_{H,N} = N \cdot t_{H,1}$ .

Hinweis: Bei dem in M1 dargestellten Experiment gilt:  $t_H \sim C$ .

[3 BE]

**Aufgabe 2**

In dieser Aufgabe wird die Amplitude einer Schallwelle bei zunehmender Entfernung vom Sender untersucht. Der Sender sendet einen Sinuston aus. Als Empfänger wird ein dynamisches Mikrofon mit angeschlossenem Voltmeter verwendet.

2.1 Erläutern Sie anhand der Abbildung in M4 den Aufbau und die Funktionsweise eines dynamischen Mikrofons.

[4 BE]

- 2.2 Material M5 zeigt die zeitlichen Verläufe der Auslenkung der Membran und der vom Voltmeter angezeigten Spannung.

Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen den beiden dargestellten Kurven. [4 BE]

- 2.3 Ein Sender mit fest eingestellter Lautstärke befindet sich in einer veränderbaren Entfernung  $d$  zu einem Mikrofon. In M6 sind die Entfernungen und die am Mikrofon gemessenen Maximalwerte  $U_{\max}$  der Spannung dargestellt.

Bestätigen Sie unter Berücksichtigung aller Messwerte, dass näherungsweise ein antiproportionaler Zusammenhang zwischen  $U_{\max}$  und  $d$  besteht, wobei Sie Ihren Lösungsweg in der im Unterricht vereinbarten Weise dokumentieren.

Berechnen Sie den erwarteten Wert für  $U_{\max}$  für einen Abstand von  $d = 40$  cm. [7 BE]

- 2.4 Stellen Sie eine begründete Hypothese auf, wie das in M4 abgebildete Mikrofon verändert werden kann, um eine höhere Spannung zu erhalten. [2 BE]

### Aufgabe 3

Im Mittelpunkt dieser Aufgabe steht die ionisierende Strahlung eines radioaktiven Präparates, das auch Ra-226 enthält. Die Zählrate  $R$  wird mit Hilfe eines Geiger-Müller-Zählrohrs gemessen.

- 3.1 Stellen Sie die Zerfallsreihe von Ra-226 mit Hilfe der Nuklidkarte in M7 dar. [4 BE]

- 3.2 Erläutern Sie anhand einer beschrifteten Zeichnung das grundlegende Funktionsprinzip eines Geiger-Müller-Zählrohrs als Messgerät für Zählraten. [6 BE]

- 3.3 In einem Versuch (M8) wird die Zählrate  $R$  der Strahlung von Ra-226 in Abhängigkeit von der Dicke  $d$  der Bleischicht zwischen Zählrohr und Präparat gemessen. Die Messwerte sind in M9 zusammengestellt, die Nullrate beträgt  $R_0 = 13,6 \frac{1}{\text{min}}$ .

Bestätigen Sie, dass ein exponentieller Zusammenhang zwischen der Schichtdicke  $d$  der Bleiplatten und der um die Nullrate bereinigten Zählrate besteht.

Hinweis: Auch bei Verwendung eines graphikfähigen oder CAS-Taschenrechners sind die Arbeitsschritte so zu dokumentieren, dass der Lösungsweg nachvollziehbar ist.

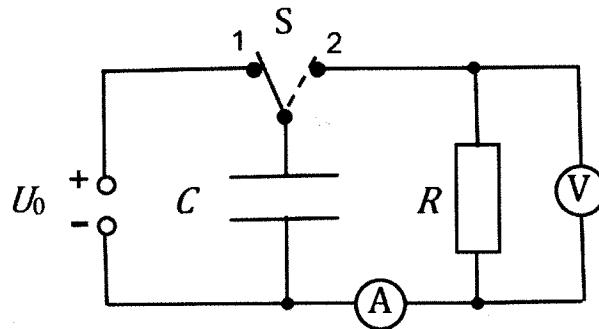
Bestimmen Sie die Schichtdicke  $d$  für eine gemessene Zählrate von  $R = 47,3 \frac{1}{\text{min}}$ .

[7 BE]

- 3.4 Erklären Sie die Bedeutung der 4 mm dicken Aluminiumschicht für das dargestellte Experiment (M8) unter Berücksichtigung der in M7 angegebenen Strahlungsarten.

Entwickeln Sie eine begründete Hypothese darüber, wie sich die Zählraten (M9) verändern, wenn im Experiment statt der Bleischichten gleich dicke Aluminiumschichten als Absorber verwendet werden. [5 BE]

Material



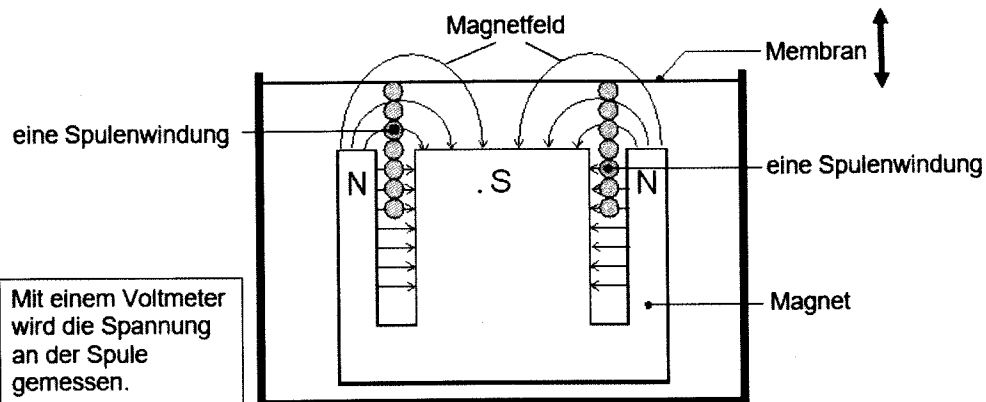
M1: Schaltskizze zu Aufgabenteil 1.2, der Schalter S kann von Position 1 in Position 2 gestellt werden

Zeit $t$ in s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Stromstärke $I$ in $\mu\text{A}$	90,9	72,0	55,3	42,6	33,4	25,8	20,0	15,1	11,9	9,4	7,3	5,7

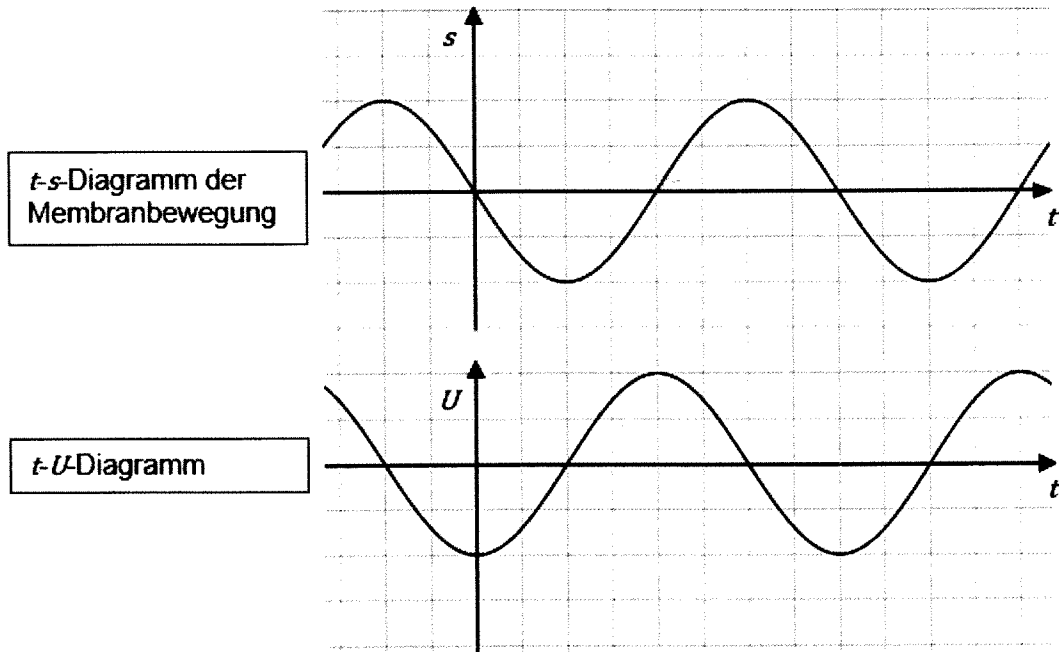
M2: Messdaten zur Kondensatorentladung in Aufgabenteil 1.2,  $C = 1200 \mu\text{F}$ ,  $R = 33 \text{ k}\Omega$

Zeit $t$ in s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Spannung $U$ in V	3,00	2,61	2,28	2,00	1,75	1,55	1,36	1,19	1,06	0,93	0,81	0,72
Stromstärke $I$ in $\mu\text{A}$	90,9	79,1		60,5	53,1	47,1	41,3	36,2	32,0	28,2		21,8

M3: Messdaten zur Parallelschaltung der Kondensatoren in Aufgabenteil 1.3,  $C_1 = C_2 = 1200 \mu\text{F}$ ,  $R = 33 \text{ k}\Omega$



M4: Prinzipskizze eines dynamischen Mikrofons (Querschnitt)



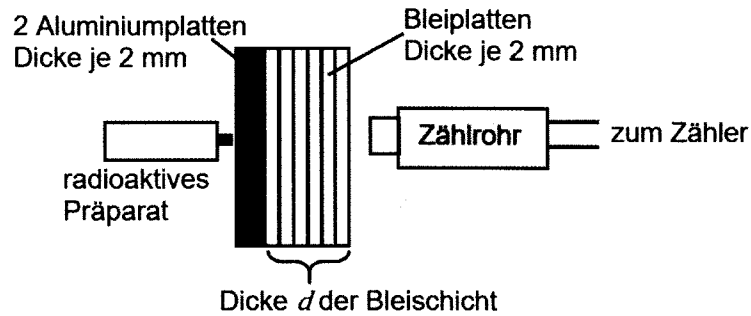
M5: Diagramm zu Aufgabenteil 2.2, die Skalierung der  $t$ -Achse ist in beiden Diagrammen gleich.

$d$ in cm	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$U_{\max}$ in V	2,77	1,92	1,47	1,13	0,96	0,79	0,71	0,57	0,51

M6: Messwerte zu Aufgabenteil 2.3

$Z \backslash N$	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
88	Ra212 $\alpha$	Ra213 $\alpha$	Ra214 $\alpha$	Ra215 $\alpha$	Ra216 $\alpha$	Ra217 $\alpha$	Ra218 $\alpha$	Ra219 $\alpha$	Ra220 $\alpha, \gamma$	Ra221 $\alpha, \gamma$	Ra222 $\alpha, \gamma$	Ra223 $\alpha, \gamma$	Ra224 $\alpha, \gamma$	Ra225 $\beta, \gamma$	Ra226 $\alpha, \gamma$
87	Fr211 $\alpha, \gamma$	Fr212 $\alpha, \gamma$	Fr213 $\alpha$	Fr214 $\alpha$	Fr215 $\alpha$	Fr216 $\alpha$	Fr217 $\alpha$	Fr218 $\alpha$	Fr219 $\alpha, \gamma$	Fr220 $\alpha, \gamma$	Fr221 $\alpha, \gamma$	Fr222 $\beta$	Fr223 $\beta, \gamma$	Fr224 $\beta, \gamma$	Fr225 $\beta, \gamma$
86	Rn210 $\alpha, \gamma$	Rn211 $\alpha, \gamma$	Rn212 $\alpha, \gamma$	Rn213 $\alpha, \gamma$	Rn214 $\alpha$	Rn215 $\alpha$	Rn216 $\alpha$	Rn217 $\alpha, \gamma$	Rn218 $\alpha, \gamma$	Rn219 $\alpha, \gamma$	Rn220 $\alpha, \gamma$	Rn221 $\alpha, \beta, \gamma$	Rn222 $\alpha, \gamma$	Rn223 $\beta, \gamma$	Rn224 $\beta, \gamma$
85	At209 $\gamma$	At210 $\gamma$	At211 $\alpha, \gamma$	At212 $\alpha, \gamma$	At213 $\alpha$	At214 $\alpha, \gamma$	At215 $\alpha, \gamma$	At216 $\alpha, \gamma$	At217 $\alpha, \gamma$	At218 $\alpha, \gamma$	At219 $\alpha$				
84	Po208 $\alpha, \gamma$	Po209 $\alpha, \gamma$	Po210 $\alpha, \gamma$	Po211 $\alpha, \gamma$	Po212 $\alpha, \gamma$	Po213 $\alpha, \gamma$	Po214 $\alpha, \gamma$	Po215 $\alpha, \gamma$	Po216 $\alpha, \gamma$	Po217 $\alpha$	Po218 $\alpha, \gamma$				
83	Bi207 $\gamma$	Bi208 $\gamma$	Bi209 stabil	Bi210 $\beta, \gamma$	Bi211 $\alpha, \gamma$	Bi212 $\alpha, \beta, \gamma$	Bi213 $\beta, \gamma$	Bi214 $\beta, \gamma$	Bi215 $\beta, \gamma$						
82	Pb206 stabil	Pb207 stabil	Pb208 stabil	Pb209 $\beta, \gamma$	Pb210 $\beta, \gamma$	Pb211 $\beta, \gamma$	Pb212 $\beta, \gamma$	Pb213 $\beta$	Pb214 $\beta, \gamma$						

M7: Ausschnitt aus einer Nuklidkarte (vereinfacht)  
Hinweis:  $Z$  ist die Ordnungszahl,  $N$  die Anzahl der Neutronen.



**M8:** Schematischer Versuchsaufbau zu Aufgabe 3, der Abstand zwischen Zählrohr und Präparat bleibt konstant.

Dicke $d$ der Bleischicht in mm	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Zählrate $R$ in $\frac{1}{\text{min}}$	68,4	62,2	54,2	48,8	44,6	40,6	37,6	35,0	32,8	29,9	27,6

**M9:** Zählrate  $R$  in Abhängigkeit von der Schichtdicke  $d$

### Hilfsmittel

- Taschenrechner
- Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene physikalische Formelsammlung
- Eine von der Schule eingeführte für das Abitur zugelassene mathematische Formelsammlung