

Musterprüfung Nr. 001 zum Fachabitur
zum Erwerb der Fachhochschulreife
an Fachoberschulen und Berufsoberschulen

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Physik

Ausbildungsrichtung Technik

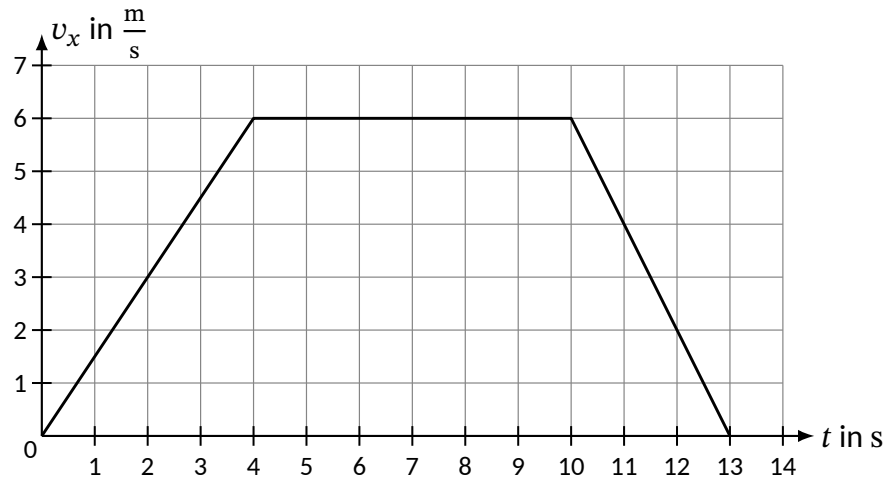
- Die Fachlehrkraft wählt zwei der drei Wahl-Aufgabengruppen (W1/W2/W3) aus.
- Die Schülerinnen und Schüler haben die Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) und der beiden von der Fachlehrkraft gewählten Wahl-Aufgabengruppen zu bearbeiten.
- Das Geheft mit den Aufgabenstellungen ist am Ende der Bearbeitungszeit mit abzugeben.
- Ist eine Aufgabenstellung mit **(G)** gekennzeichnet, ist die Bearbeitung/die Lösung dieser Aufgabe direkt in das vorliegende Geheft einzutragen.
- Alle Aufgaben der Pflicht-Aufgabengruppe (P) sind im Geheft zu bearbeiten.

Name, Vorname	Klasse

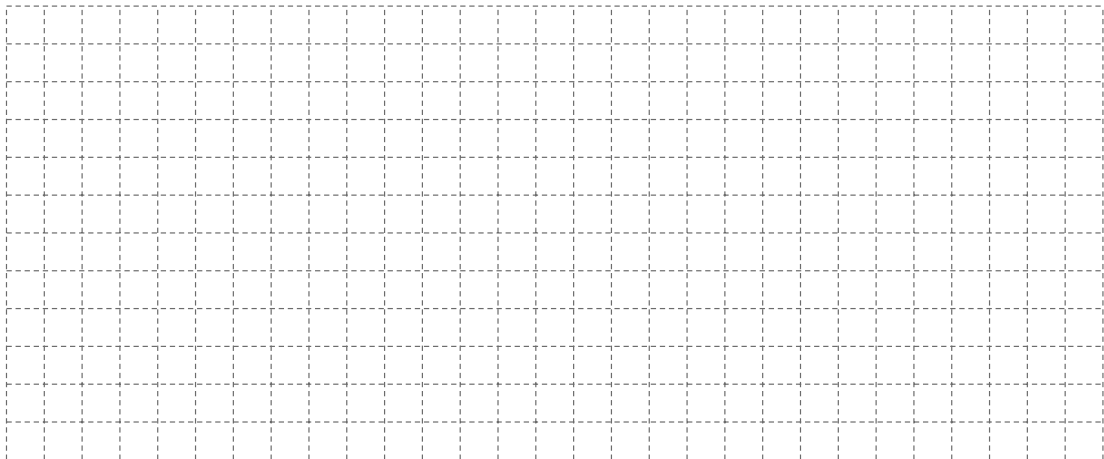
Leerseite

BE

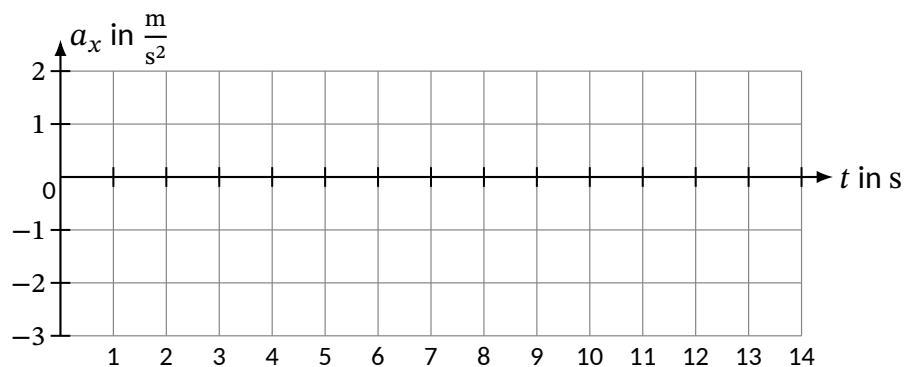
- 1.0** Ein E-Scooter fährt auf einer geraden, waagrechten Straße. Parallel zur Fahrtrichtung wird die x -Achse festgelegt. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ fährt der E-Scooter an. Das folgende Diagramm zeigt die x -Koordinate v_x seiner Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit t .



- 3 1.1 (G)** Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms die Strecke s , die der E-Scooter im Zeitintervall $[0; 13 \text{ s}]$ zurücklegt.



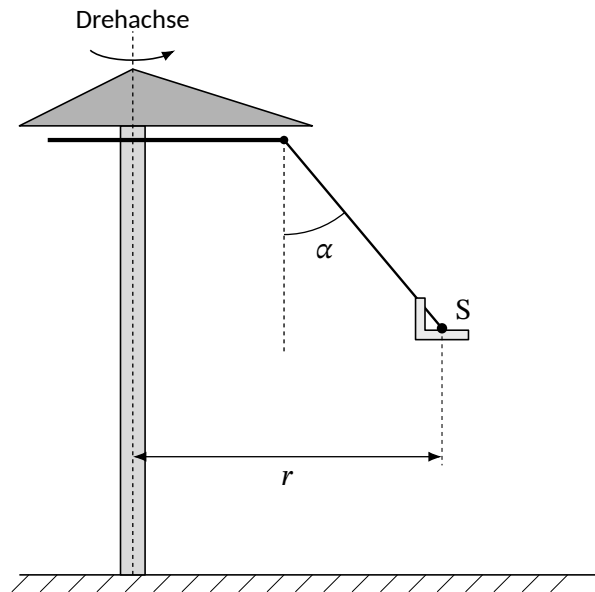
- 3 1.2 (G)** Zeichnen Sie in das folgende Koordinatensystem das zugehörige t - a_x -Diagramm für das Zeitintervall $[0; 13 \text{ s}]$.



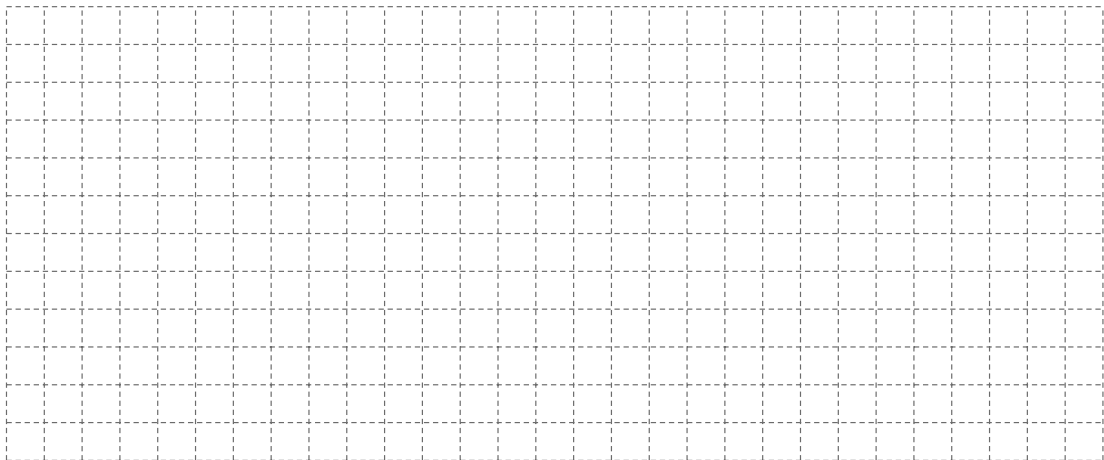
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0** Bei einem Kettenkarussell hängen die Sitze an Ketten, die an einem drehenden Ausleger befestigt sind. Bei konstanter Winkelgeschwindigkeit bewegt sich der Schwerpunkt S eines besetzten Sitzes auf einer waagrechten Kreisbahn mit dem Radius $r = 6,0 \text{ m}$. Die Kette bildet dabei mit der Senkrechten den Winkel $\alpha = 40^\circ$ (siehe nicht maßstabsgetreue Skizze). Die Masse der Kette sowie Reibungseffekte werden vernachlässigt.



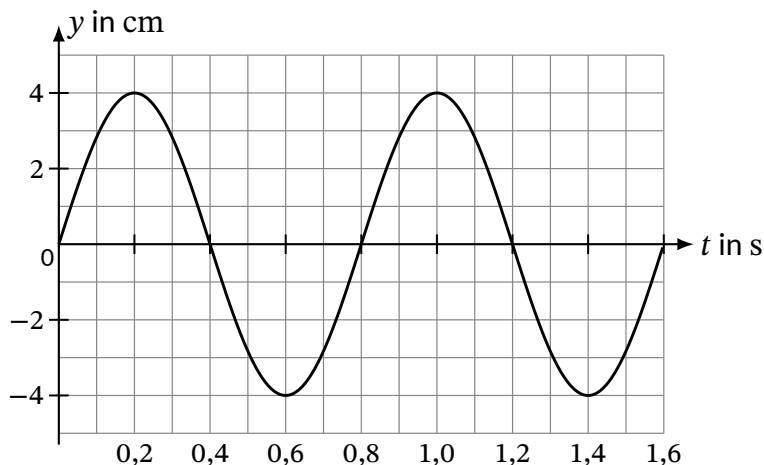
- 2.1 (G)** Stellen Sie in der Skizze alle auf den besetzten Sitz wirkenden Kräfte samt resultierender Kraft in einem qualitativen Kräfteplan dar.
- 2.2 (G)** Ermitteln Sie die Umlaufdauer T des Sitzes.



Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

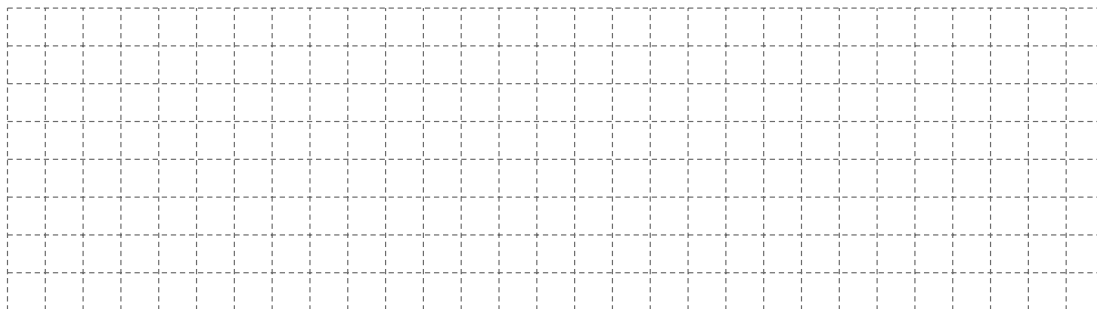
- 3.0 Ein Körper der Masse $m = 0,40 \text{ kg}$ hängt an einer Schraubenfeder und schwingt harmonisch in senkrechter Richtung. Die Elongation y wird von der Ruhelage aus gemessen, die y -Achse ist nach oben orientiert. Das folgende Diagramm zeigt die Elongation y des Körpers in Abhängigkeit von der Zeit t .



- 2 3.1 (G) Geben Sie die Amplitude $\hat{y}$ und die Periodendauer T der Schwingung an.

Amplitude: $\hat{y} = \dots\dots\dots$ Periodendauer: $T = \dots\dots\dots$

- 2 3.2 (G) Berechnen Sie die Richtgröße D des schwingenden Systems.



- 4 3.3 (G) Kreuzen Sie für jede der folgenden Aussagen an, ob diese wahr oder falsch ist oder ob aufgrund der vorliegenden Informationen eine eindeutige Entscheidung darüber nicht möglich ist.

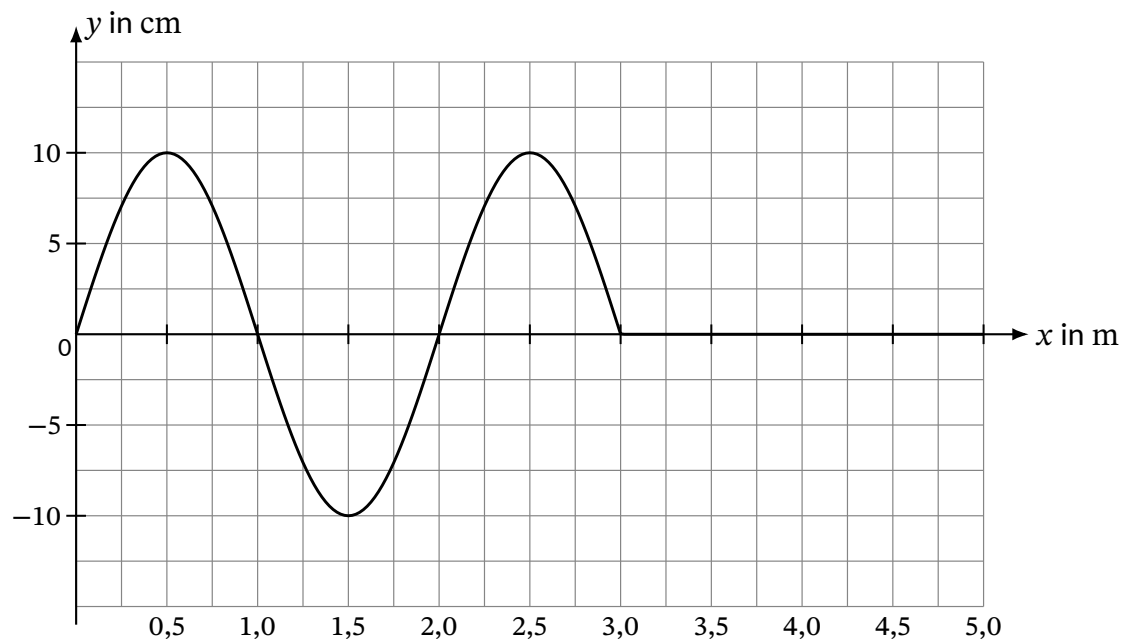
Hinweis: Jedes richtig gesetzte Kreuz geht mit +1 BE und jedes falsch gesetzte Kreuz mit -0,5 BE in die Bewertung ein. Im ungünstigsten Fall wird die Aufgabe mit 0 BE bewertet.

Aussage	wahr	falsch	nicht entscheidbar
Zum Zeitpunkt $t = 0,20 \text{ s}$ ist der Betrag der Geschwindigkeit des Körpers maximal.			
Zum Zeitpunkt $t = 0,60 \text{ s}$ ist die Beschleunigung des Körpers nach oben gerichtet.			
Wird der Körper bei sonst gleichen Bedingungen mit doppelter Amplitude in Schwingung versetzt, so verdoppelt sich die Periodendauer.			
Die dargestellte Schwingung wurde auf der Erde aufgezeichnet.			

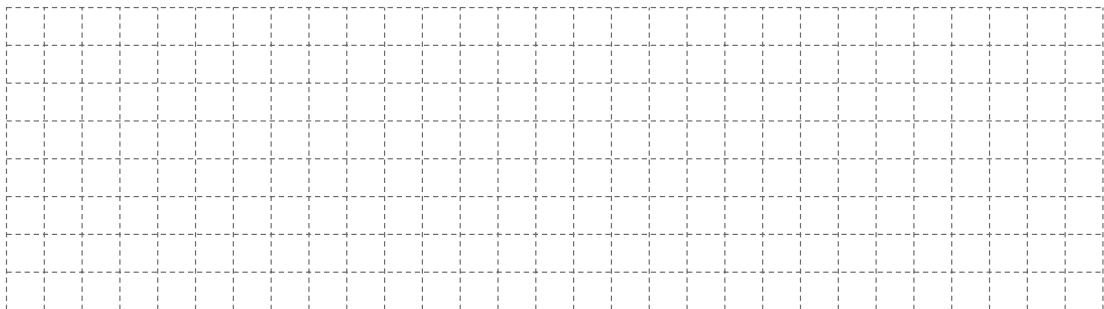
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

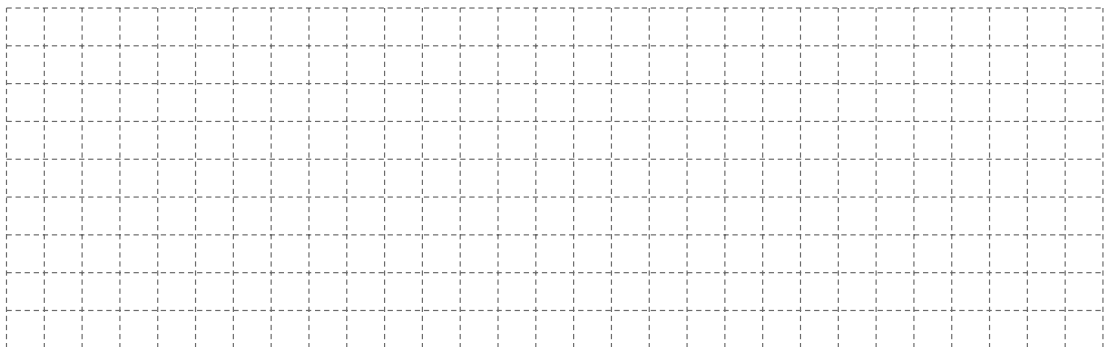
- 4.0 Auf einem langen, gespannten Seil breitet sich eine harmonische Querwelle in positive x -Richtung aus. Der Erreger am Ort $x = 0$ beginnt zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ mit der Frequenz $f = 2,5$ Hz nach oben zu schwingen. Das folgende Diagramm zeigt das Momentbild der Welle zum Zeitpunkt $t_1 = 0,60$ s.



- 2 4.1 (G) Bestimmen Sie mithilfe des Momentbildes die Wellenlänge λ und berechnen Sie den Betrag c der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle.



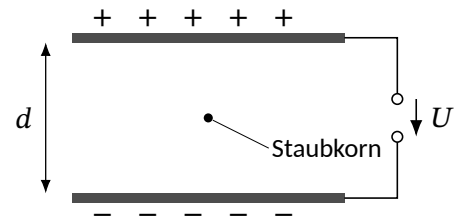
- 3 4.2 (G) Zeichnen Sie in das obige Diagramm das Momentbild der Welle zum Zeitpunkt $t_2 = t_1 + 0,10$ s.



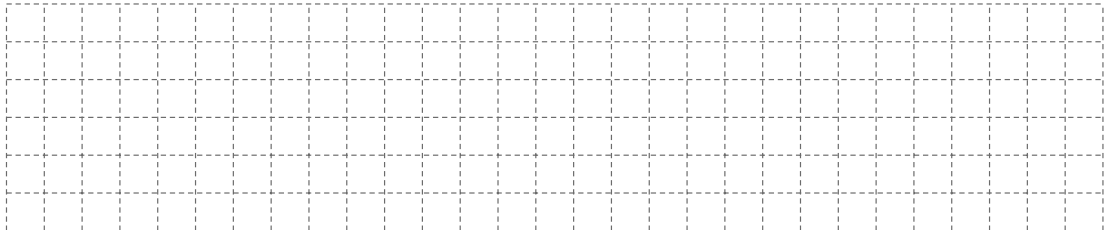
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

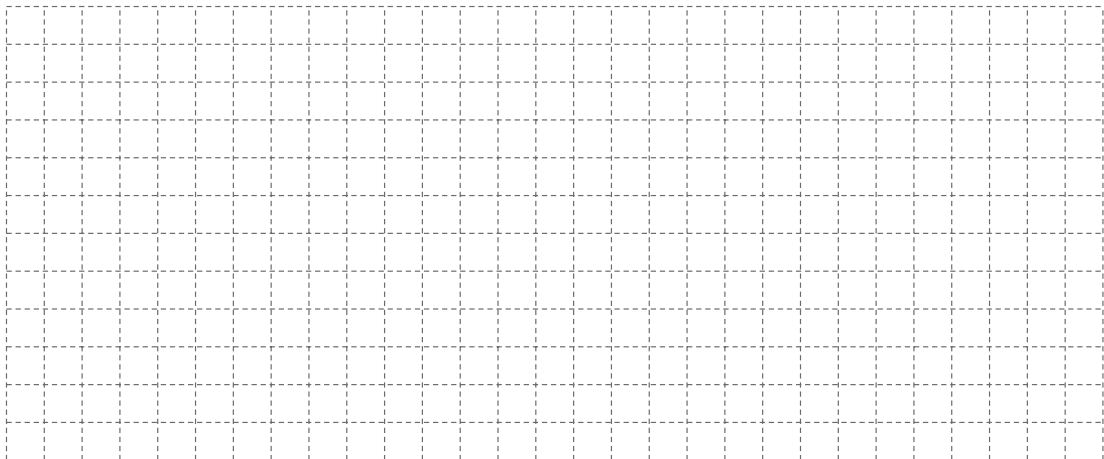
- 5.0** In einem Elektrofilter werden Staubteilchen elektrisch aufgeladen und im elektrischen Feld abgeschieden. Ein Modellversuch verwendet einen Plattenkondensator mit waagrechten Platten im Abstand $d = 2,0 \text{ cm}$, an dem die Spannung $U = 1,5 \text{ kV}$ anliegt. Die obere Platte ist positiv geladen. Ein geladenes Staubkorn der Masse $m = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ kg}$ schwebt zwischen den Platten (siehe nicht maßstabsgetreue Skizze). Das Feld zwischen den Platten wird als homogen angenommen, Auftriebs- und Reibungskräfte werden vernachlässigt.



- 5.1 (G)** Zeichnen Sie in die Skizze die auf das Staubkorn wirkenden Kräfte ein und geben Sie mit Begründung das Vorzeichen seiner Ladung an.



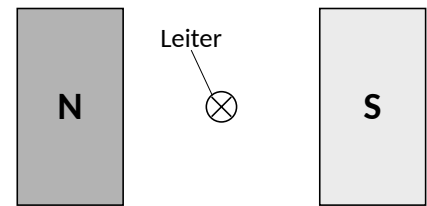
- 5.2 (G)** Ermitteln Sie mithilfe eines Kraftansatzes den Betrag q der Ladung des Staubkorns.



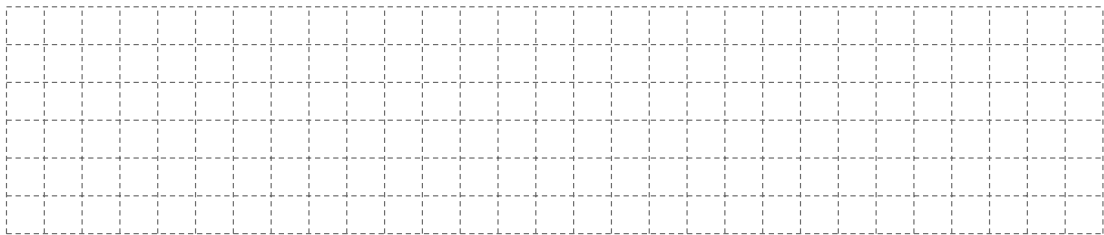
Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

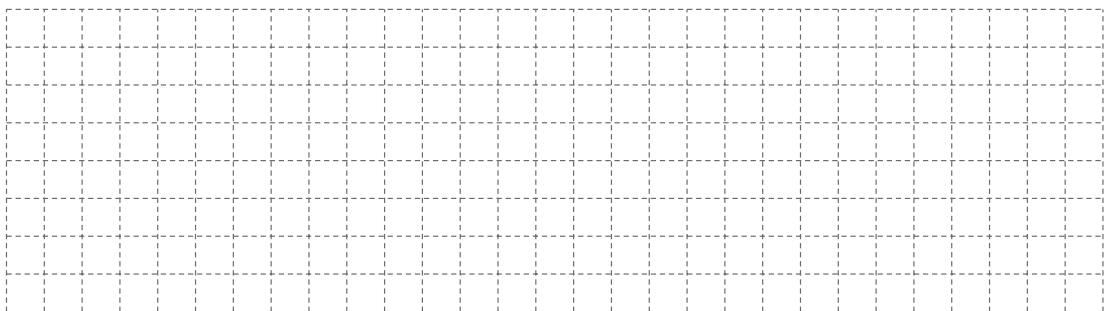
- 6.0** Ein gerades Leiterstück der Länge $\ell = 5,0 \text{ cm}$ befindet sich senkrecht zu den Feldlinien im homogenen Magnetfeld zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten. Die nebenstehende Skizze zeigt den Querschnitt des Leiters; er wird von einem Strom der Stärke $I = 4,0 \text{ A}$ in die Zeichenebene hinein durchflossen.



- 2 6.1 (G)** Zeichnen Sie in die Skizze die Richtung der Kraft $\vec{F}$ auf das Leiterstück ein und begründen Sie Ihre Wahl.

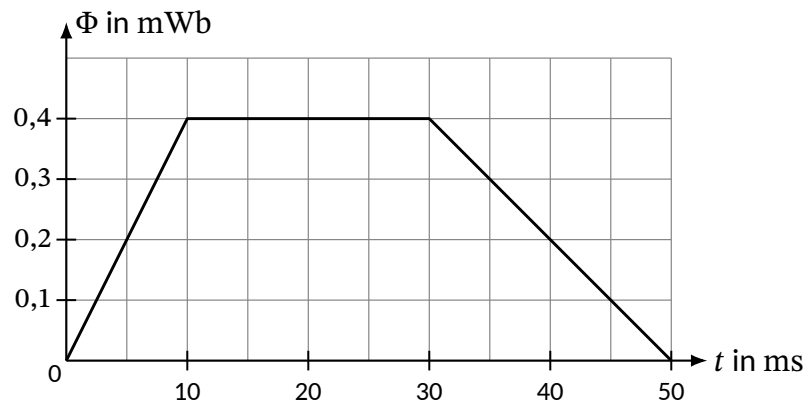


- 2 6.2 (G)** Für den Betrag der Kraft wird $F = 24 \text{ mN}$ gemessen. Berechnen Sie den Betrag B der magnetischen Flussdichte zwischen den Polen.

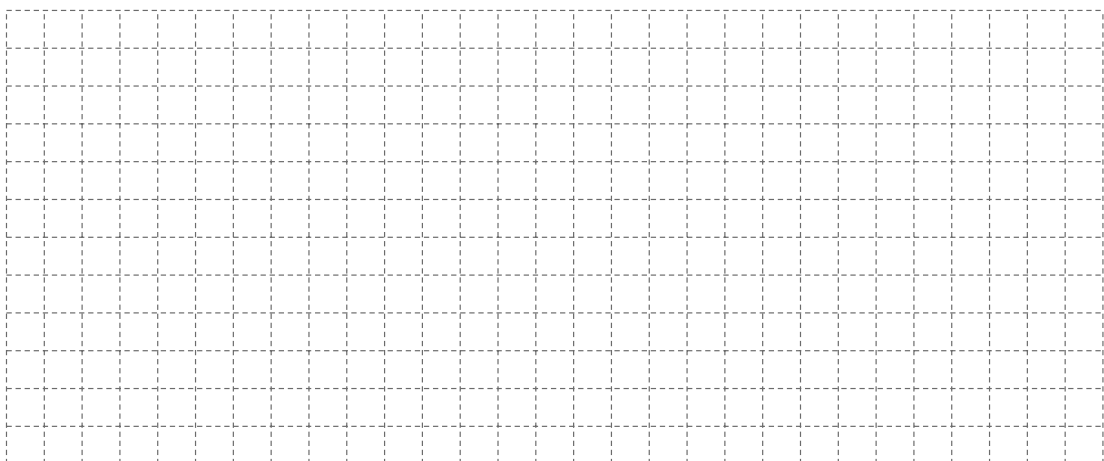
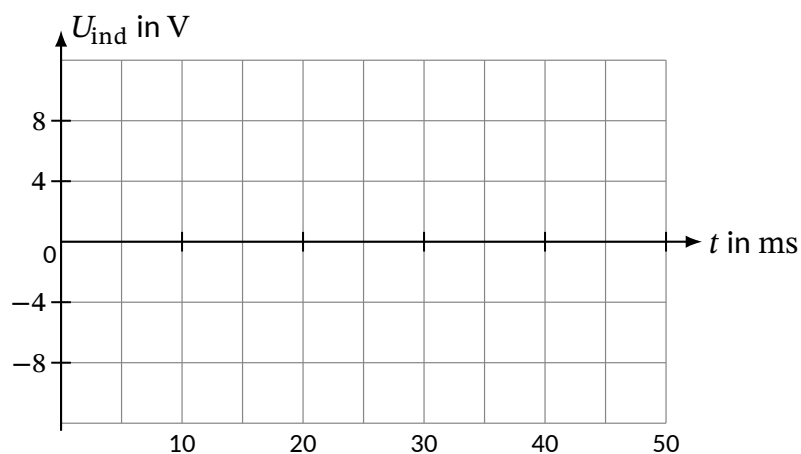


BE

- 7.0 Eine Spule mit $N = 200$ Windungen wird von einem Magnetfeld durchsetzt. Das folgende Diagramm zeigt den magnetischen Fluss Φ durch eine Windung der Spule in Abhängigkeit von der Zeit t .



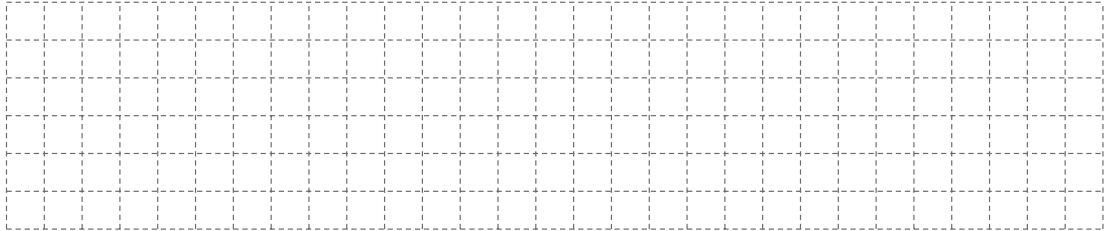
- 4 7.1 (G) Zeichnen Sie in das folgende Koordinatensystem das t - U_{ind} -Diagramm der an den Enden der Spule induzierten Spannung U_{ind} für das Zeitintervall $[0; 50 \text{ ms}]$.



Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

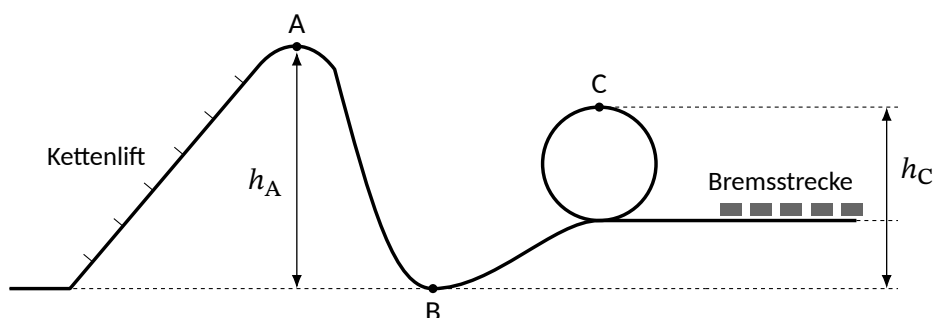
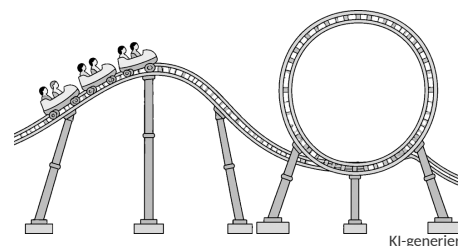
- 2 7.2 (G) Die Änderung des magnetischen Flusses wird von einem Stabmagneten hervorgerufen, der entlang der Spulenachse bewegt wird.
Beschreiben Sie eine Bewegung des Stabmagneten, die den dargestellten zeitlichen Verlauf des magnetischen Flusses qualitativ erklärt.



40

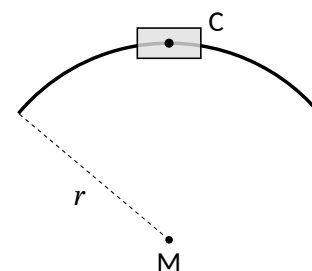
BE

- 1.0** Bei einer Achterbahn zieht ein Kettenlift einen Zug der Masse $m = 2,4 \text{ t}$ mit konstanter Geschwindigkeit auf den höchsten Punkt A der Bahn in der Höhe $h_A = 32 \text{ m}$ über dem tiefsten Punkt B. Im Punkt A hat der Zug eine Geschwindigkeit mit dem Betrag $v_A = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Danach durchfährt er den tiefsten Punkt B und anschließend einen Looping, dessen höchster Punkt C in der Höhe $h_C = 24 \text{ m}$ über B liegt (siehe nicht maßstabsgetreue Skizze). Am Ende der Fahrt wird der Zug von einer Wirbelstrombremse abgebremst.
- Der Zug wird als Massenpunkt betrachtet. Bis zur Bremsstrecke werden Reibungseffekte vernachlässigt.



- 1.1** Berechnen Sie die Arbeit, die der Kettenlift bei der Fahrt von der Höhe des Punktes B bis zum Punkt A mindestens verrichten muss.
- 1.2** Zeigen Sie mithilfe eines Energieansatzes, dass der Zug im Punkt B eine Geschwindigkeit mit dem Betrag $v_B \approx 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hat.

- 1.3.0** Im Bereich des Punktes C wird die Bahn des Zuges näherungsweise als Kreisbogen mit dem Radius $r = 7,5 \text{ m}$ um den Mittelpunkt M betrachtet. Ein Fahrgast sitzt aufrecht im Zug; sein Schwerpunkt bewegt sich auf dieser Bahn und befindet sich gerade im Punkt C (siehe nicht maßstabsgetreue Skizze).

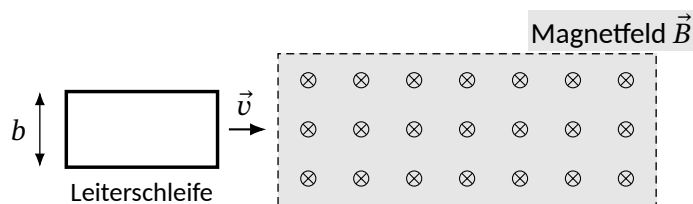


- 1.3.1 (G)** Stellen Sie in der nebenstehenden Skizze alle auf den Fahrgast im Punkt C wirkenden Kräfte samt resultierender Kraft in einem qualitativen Kräfteplan dar.
- 1.3.2** Ermitteln Sie, das Wievielfache seiner Gewichtskraft der Fahrgast im Punkt C als Kraft des Sitzes erfährt.
- 1.4** Ein Fahrgast behauptet: „Wenn der Zug voll besetzt ist, ist er im Punkt C schneller als bei einer Fahrt mit wenigen Fahrgästen.“
Nehmen Sie begründet Stellung zu dieser Behauptung.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2.0** Bei der Wirbelstrombremse bewegen sich am Zug befestigte Metallschwerter durch das Magnetfeld von Permanentmagneten, die neben der Schiene stehen. Die entstehenden Wirbelströme bremsen den Zug ab. Zur Modellierung wird ein Metallschwert durch eine geschlossene, rechteckige Leiterschleife der Breite $b = 0,50 \text{ m}$ ersetzt, die mit einer Geschwindigkeit mit dem konstanten Betrag $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in ein scharf begrenztes, homogenes Magnetfeld der Flussdichte mit dem Betrag $B = 0,80 \text{ T}$ eintaucht und es anschließend wieder verlässt. Das Feld ist länger als die Leiterschleife (siehe nicht maßstabsgetreue Skizze in der Draufsicht).



- 2.1** Erläutern Sie mithilfe der Lenz'schen Regel, warum auf die Leiterschleife beim Eintauchen in das Magnetfeld eine Kraft entgegen ihrer Bewegungsrichtung wirkt.
- 2.2** Zeigen Sie allgemein, dass für den Betrag der induzierten Spannung während des Eintauchens $U_{\text{ind}} = B \cdot b \cdot v$ gilt, und berechnen Sie deren Wert.
- 2.3 (G)** Skizzieren Sie im folgenden Diagramm qualitativ den zeitlichen Verlauf der induzierten Spannung U_{ind} vom Beginn des Eintauchens bis zum vollständigen Verlassen des Magnetfelds. Beim Eintauchen gilt $U_{\text{ind}} > 0$.



- 2.4** Bei Testfahrten wird der Betrag F der Bremskraft der gesamten Wirbelstrombremse in Abhängigkeit vom Betrag v der Geschwindigkeit des Zuges gemessen:

v in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	4,0	8,0	12	16	20
F in kN	2,3	4,9	7,1	9,8	11,9

Zeigen Sie durch eine grafische Auswertung, dass $F \sim v$ gilt, und bestimmen Sie die Proportionalitätskonstante k .

[mögliches Ergebnis: $k = 0,60 \frac{\text{kN s}}{\text{m}}$]

- 2.5** Berechnen Sie den Betrag a der Beschleunigung, die der Zug der Masse $m = 2,4 \text{ t}$ (wie in 1.0) durch die Wirbelstrombremse bei $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ erfährt.
- 2.6** Erläutern Sie, warum die Wirbelstrombremse allein den Zug nicht zum Stillstand bringen kann.

30

BE

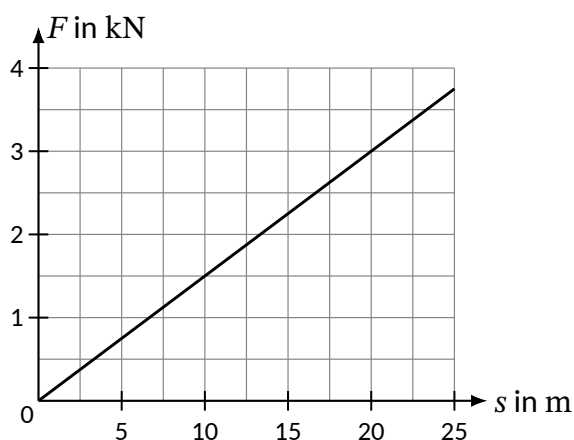
1.0



KI-generiert

Bei einem Bungeesprung lässt sich eine Person der Masse $m = 75 \text{ kg}$ aus der Ruhe von einer hohen Brücke fallen. Sie ist mit einem elastischen Seil befestigt, das im ungedehnten Zustand die Länge $L_0 = 20 \text{ m}$ hat. Das Seil wird als masselos betrachtet, die Person als Massenpunkt. Luftwiderstand und Reibungseffekte werden vernachlässigt.

Das folgende Diagramm zeigt den Betrag F der Kraft, die das Seil ausübt, in Abhängigkeit von seiner Dehnung s nach Angaben des Herstellers.



- 2 **1.1** Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Richtgröße D des Seils.
[mögliches Ergebnis: $D = 150 \frac{\text{N}}{\text{m}}$]
- 2 **1.2** Berechnen Sie den Betrag v_1 der Geschwindigkeit der Person in dem Moment, in dem das Seil beginnt, sich zu dehnen.
- 4 **1.3** Zeigen Sie mithilfe eines Energieansatzes, dass das Seil maximal um $s_{\text{max}} \approx 20 \text{ m}$ gedehnt wird.
- 1.4.0** Solange das Seil gedehnt ist, führt die Person eine Schwingung um ihre Gleichgewichtslage aus, in der die Kraft des Seils und die Gewichtskraft im Gleichgewicht sind.
- 3 **1.4.1** Begründen Sie, dass es sich dabei um eine harmonische Schwingung handelt.
- 2 **1.4.2** Berechnen Sie die Periodendauer T dieser harmonischen Schwingung.
- 3 **1.4.3** Ermitteln Sie den Betrag a_{max} der maximalen Beschleunigung der Person.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4 **1.5 (G)** Kreuzen Sie für jede der folgenden Aussagen eines KI-Sprachmodells an, ob diese wahr oder falsch ist oder ob aufgrund der vorliegenden Informationen eine eindeutige Entscheidung darüber nicht möglich ist.

Hinweis: Jedes richtig gesetzte Kreuz geht mit +1 BE und jedes falsch gesetzte Kreuz mit -0,5 BE in die Bewertung ein. Im ungünstigsten Fall wird die Aufgabe mit 0 BE bewertet.

Aussage	wahr	falsch	nicht entscheidbar
Im tiefsten Punkt ist die Beschleunigung der Person null, weil dort auch ihre Geschwindigkeit null ist.			
Eine Person mit größerer Masse schwingt am gleichen Seil mit größerer Periodendauer.			
Eine Person mit größerer Masse erreicht am gleichen Seil einen tieferen Punkt.			
Das Seil hält eine Zugkraft mit dem Betrag 5,0 kN aus, ohne zu reißen.			

- 2.0 Ultraschall-Abstandssensoren senden kurze Schallimpulse der Frequenz $f = 40 \text{ kHz}$ aus und messen die Laufzeit des an einem Hindernis reflektierten Signals. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 2 **2.1** Ein Sensor misst eine Laufzeit von $\Delta t = 5,9 \text{ ms}$. Berechnen Sie den Abstand d des Hindernisses vom Sensor.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

2.2.0 In einem Versuch werden zwei Ultraschallsender S_1 und S_2 gleichphasig mit der Frequenz f betrieben. Ein Empfänger befindet sich im Punkt P. Die nebenstehende Abbildung zeigt die Anordnung in Originalgröße (Maßstab 1 : 1).

• P

 S_1  S_2 

- 4 **2.2.1 (G)** Ermitteln Sie mithilfe der Abbildung, ob im Punkt P ein Interferenzmaximum oder ein Interferenzminimum vorliegt, und geben Sie dessen Ordnung an.

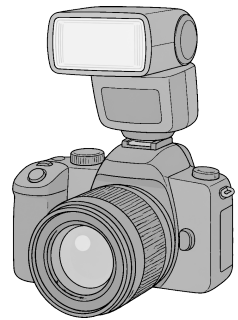


- 2 **2.2.2** Die Frequenz beider Sender wird nun etwas erhöht. Erläutern Sie, wie sich dadurch das Signal am Empfänger in P ändert.
- 2 **2.3** Bei -10 °C beträgt die Schallgeschwindigkeit in Luft nur $325 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ein Sensor rechnet jedoch stets mit $c = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Das Hindernis ist tatsächlich 1,0 m entfernt. Untersuchen Sie, um wie viele Zentimeter der vom Sensor angezeigte Abstand vom tatsächlichen Abstand abweicht.

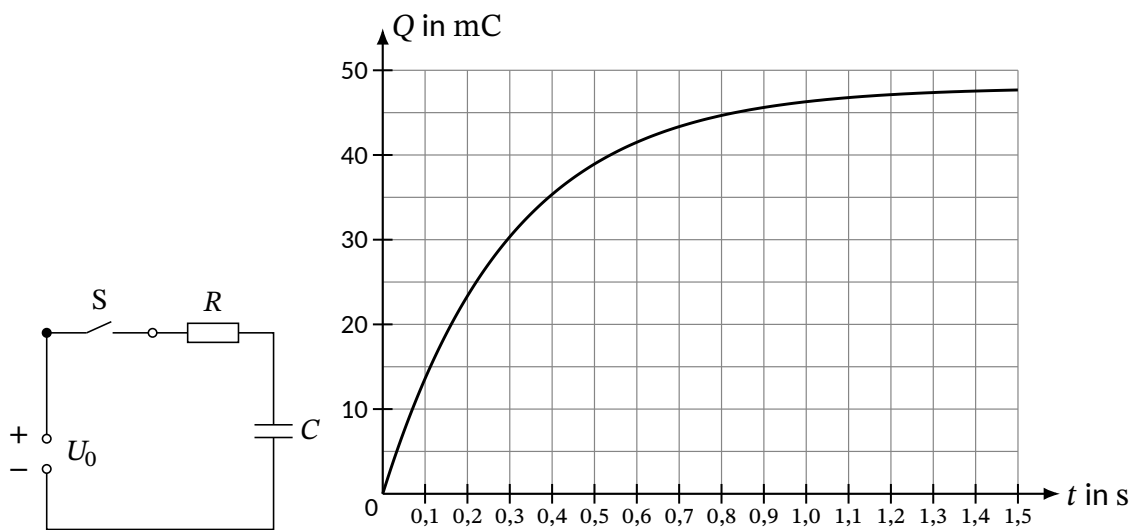
30

BE

- 1.0** In einem Blitzgerät wird die Energie für den Lichtblitz in einem Elektrolytkondensator der Kapazität $C = 150 \mu\text{F}$ gespeichert. Im Modellversuch wird der zunächst ungeladene Kondensator über einen ohmschen Widerstand R an eine Gleichspannungsquelle mit $U_0 = 320 \text{ V}$ angeschlossen (siehe Schaltskizze). Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ wird der Schalter S geschlossen. Das Diagramm zeigt die Ladung Q des Kondensators in Abhängigkeit von der Zeit t .



KI-generiert



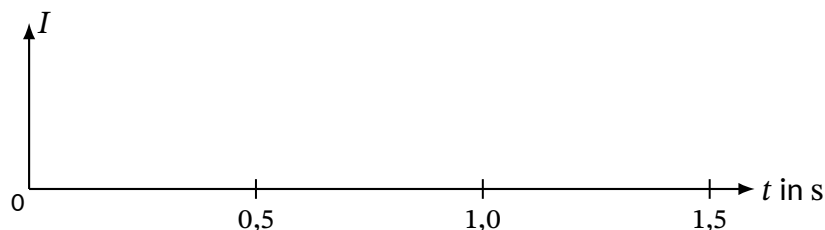
- 3 1.1** Berechnen Sie die Ladung Q_{max} und die Energie W_{el} des vollständig geladenen Kondensators.
- 4 1.2 (G)** Ermitteln Sie mithilfe einer Tangente im t - Q -Diagramm die Stromstärke I_0 zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ und berechnen Sie daraus den Widerstand R .



Fortsetzung siehe nächste Seite

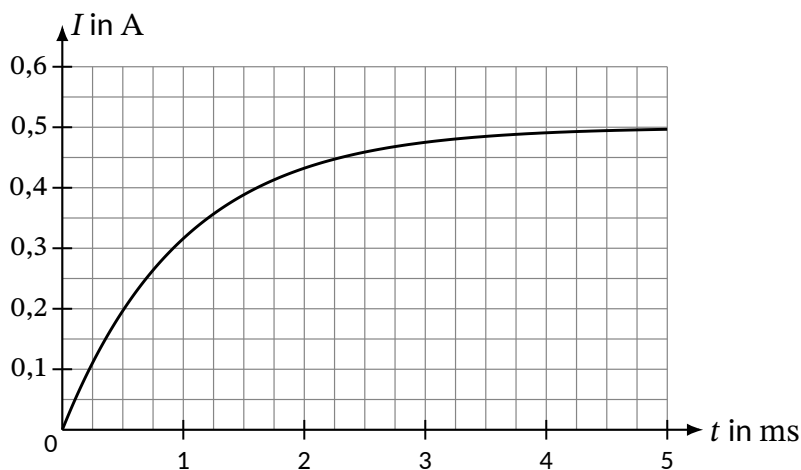
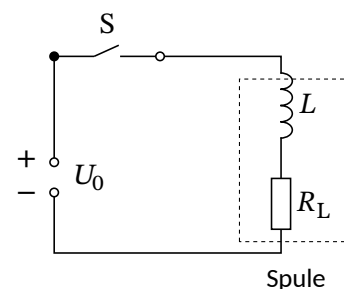
BE

- 2 1.3 (G) Skizzieren Sie im folgenden Diagramm qualitativ den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I beim Laden des Kondensators für das Zeitintervall $[0; 1,5 \text{ s}]$.



- 2 1.4 Beim Auslösen des Blitzes entlädt sich der vollständig geladene Kondensator über die Blitzröhre, bis die Spannung auf $U_1 = 100 \text{ V}$ gesunken ist; dann erlischt der Blitz. Berechnen Sie die Energie, die der Kondensator dabei abgibt.
- 4 1.5 Ein Schüler schlägt vor, statt des Elektrolytkondensators einen Plattenkondensator mit Luft als Dielektrikum und dem Plattenabstand $d = 0,10 \text{ mm}$ zu verwenden. Beurteilen Sie diesen Vorschlag anhand einer geeigneten Rechnung.

- 2.0 Zum Zünden der Blitzröhre wird eine hohe Spannung benötigt, die mithilfe einer Spule erzeugt wird. Im Modellversuch wird eine Spule mit der Induktivität L und dem ohmschen Widerstand R_L zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ über einen Schalter an eine Gleichspannungsquelle mit $U_0 = 6,0 \text{ V}$ angeschlossen (siehe Schaltskizze). Das Diagramm zeigt die Stromstärke I in Abhängigkeit von der Zeit t .



- 3 2.1 Erklären Sie mithilfe der Selbstinduktion, warum die Stromstärke nach dem Schließen des Schalters nicht sofort ihren Endwert erreicht.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 4 **2.2** (G) Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms den Widerstand R_L und die Induktivität L der Spule.

[mögliches Ergebnis: $L = 12 \text{ mH}$]



- 2 **2.3** Berechnen Sie die Energie W_{mag} , die im Magnetfeld der Spule gespeichert ist, wenn die Stromstärke ihren Endwert erreicht hat.
- 3 **2.4** Beim Öffnen des Schalters sinkt die Stromstärke innerhalb von $\Delta t = 20 \mu\text{s}$ näherungsweise gleichmäßig von ihrem Endwert auf null.
Berechnen Sie den Betrag der dabei induzierten Spannung und vergleichen Sie ihn mit U_0 .
- 3 **2.5** Beim Öffnen des Schalters entsteht zwischen dessen Kontakten ein Funke.
Erläutern Sie unter Einbeziehung der Energie des Magnetfelds, wie es dazu kommt, und nennen Sie eine Gefahr, die von solchen Ausschaltvorgängen ausgeht.

30