

Allgemeine Hinweise:

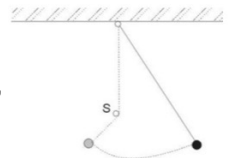
- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

1. Schwingungen „Eine Schwingung (auch Oszillation) bezeichnet den Verlauf einer Zustandsänderung, wenn ein System auf Grund einer Störung aus dem Gleichgewicht gebracht und durch eine rücktreibende Kraft (Rückstellkraft) wieder in Richtung des Ausgangszustandes gezwungen wird. Grundsätzlich basiert das Schwingen eines Systems auf der Energieumwandlung zwischen zwei Energieformen.“ [<http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingung>] Als harmonische Schwingung bezeichnet man den Spezialfall, bei dem die Rückstellkraft immer proportional zur Elongation ist; eine solche Schwingung lässt sich synchronisieren mit einer gleichförmigen Kreisbewegung.



- Nach ihrer Fertigstellung unterzogen die Bauingenieure die neue Brücke über die Norder-Elbe einem Großversuch. Unter der Last eines in der Mitte der Brücke zu diesem Zweck angehängten Gewichts von 100 t Masse bog sich die Brücke den Messungen zufolge um 5 cm durch. Als schließlich die Verbindung der Brücke mit dem Gewicht schlagartig gelöst wurde, geriet die Brücke wie erwartet in Schwingungen, die viele Sekunden andauerten. Die Frequenz der Schwingung betrug 0,62 Hz. Ein Beobachter, der sich mitten auf der Brücke befand, berichtete, er habe das Gefühl gehabt, die Brücke habe sich um ca. einen Meter gehoben und gesenkt.
 - Wie groß muss die Amplitude wirklich gewesen sein, mit der sich der Augenzeuge bewegt hat?
 - Wie groß war seine maximale Geschwindigkeit? (Tipp: $v = \frac{ds}{dt}$; Ableitung von $\cos(\omega t) = -\omega \cdot \sin(\omega t)$; Sinus- und Kosinuswerte sind „begrenzt“)
 - Bei welcher Elongation (Phase) erfuhr obiger Beobachter die maximale Beschleunigung, und wie groß war diese? (Tipp: $a = \frac{dv}{dt}$)
 - Wie groß ist die Energie, die mit der beschriebenen Schwingbewegung der Brücke verbunden ist?
- Ein Körper der Masse 3 kg hängt an einem 1 m langen Faden.
 - Berechnen Sie die Periodendauer für einen Ort, an dem die Erdbeschleunigung $9,81 \frac{m}{s^2}$ beträgt.
 - An einem anderen Ort misst man mit demselben Pendel die Schwingungsdauer 2,028 s. Wie groß ist dort die Erdbeschleunigung?
- 40 cm unter dem Aufhängpunkt eines 60 cm langen Fadenpendels befindet sich ein fester Stift S, an den sich der Faden während des Schwingens vorübergehend anlegt. Berechne die Frequenz der Schwingung!
- Der elektromagnetische Schwingkreis bildet die technische Grundlage für die Erzeugung elektromagnetischer Wellen, die vielfache Anwendungen in der Nachrichten- und Informationstechnologie finden.

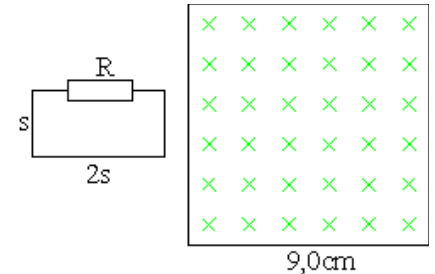


An einen Kondensator mit der Kapazität $C = 500 \text{ nF}$ ist zunächst die Spannung $U_0 = 20 \text{ V}$ angelegt. Die Stromquelle wird danach abgetrennt und der Kondensator über eine Spule mit der Induktivität $L = 44 \text{ mH}$ entladen. Während des Entladens wird der zeitliche Verlauf der Spannung U_C am Kondensator mit einem Oszilloskop dargestellt.

- Fertigen Sie eine Schaltskizze zur Durchführung des obigen Versuchs an.
- Erläutern Sie die Vorgänge während einer Periode, gehen Sie dabei besonders auf die stattfindenden Energieumwandlungen ein.
- Berechnen Sie die Schwingungsdauer T dieses als ideal angenommenen Schwingkreises.
- Geben Sie für den Versuch eine Schwingungsgleichung mit den speziell vorgegebenen Werten an und berechnen Sie für den Zeitpunkt $t = 0,10 \text{ s}$ die Momentanspannung U_C .
- Geben Sie eine Möglichkeit an, wie durch die Veränderung der gegebenen Größen die Frequenz des Oszillators halbiert werden kann. Begründen Sie Ihre Antwort.

2. Induktion 1831 entdeckte Michael Faraday das Phänomen der elektromagnetischen Induktion bei seinem Bemühen, die Funktionsweise eines Elektromagneten (elektrischer Strom erzeugt ein Magnetfeld) umzukehren (Magnetfeld erzeugt Strom). Zur Erklärung des Phänomens gibt es zwei alternative Modelle: auf der Grundlage der Lorentzkraft auf bewegte Ladungen oder mit Hilfe der Änderung des magnetischen Flusses.

Ein homogenes Magnetfeld mit der Flussdichte $B = 0,80 \text{ T}$ steht senkrecht zur Zeichenebene und ist dort auf ein quadratisches Gebiet der Kantenlänge $9,0 \text{ cm}$ begrenzt. Durch dieses wird ein rechteckiger Drahtrahmen mit dem Widerstand $R = 4,0 \Omega$ (Abmessungen siehe Skizze, $s = 3,0 \text{ cm}$) mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 1,5 \text{ cm/s}$ von links nach rechts gezogen.



Die Zeitmessung beginnt, wenn der rechte Rand des Drahtrahmens den Magnetfeldbereich berührt. Nach der Zeitspanne 12 s wird der Drahtrahmen in einer vernachlässigbar kleinen Zeit abgebremst, erneut beschleunigt und wiederum 12 s lang mit $v = 1,5 \text{ cm/s}$ in die entgegengesetzte Richtung bewegt.

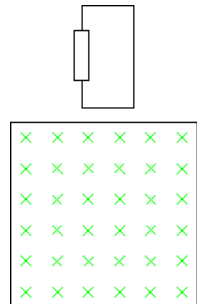
2.1. Berechnen Sie die verschiedenen Induktionsspannungen, die im Zeitintervall $0 \leq t \leq 24 \text{ s}$ am Widerstand R auftreten, und fertigen Sie ein t-U-Diagramm für diesen Zeitraum an.

2.2. Berechnen Sie die Beträge der Kräfte, die durch die Induktion während dieses Zeitraums auf den Drahtrahmen wirken, und geben Sie deren Richtungen mit Begründung an. (Tipp: Welcher Strom fließt durch R?)

Nun wird die Anordnung so aufgestellt, dass der Drahtrahmen mit dem Widerstand frei durch das Magnetfeld fallen kann.

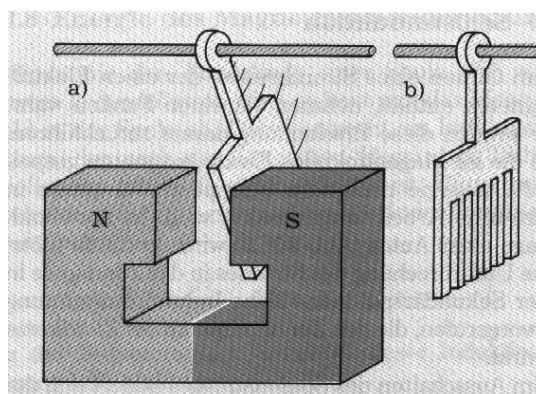
2.3. Erläutern Sie qualitativ, wie der Fall des Drahtrahmens durch das Magnetfeld beeinflusst wird. Die Magnetfeldlinien sollen dabei die Fläche des Drahtrahmens senkrecht durchsetzen.

Welchen Einfluss auf die Bewegung hat eine Verdopplung des Widerstandswertes von R?



3. Wirbelstrombremse

Lässt man eine Aluminiumscheibe zwischen den Polen eines Magneten schwingen, so wird die Scheibe beim Eintritt in und beim Austritt aus dem Magnetfeld stark gebremst (Abb. a). Schlitzt man die Scheibe (Abb. b), läßt dieser Effekt stark nach. Entwickeln Sie auf der Grundlage Ihrer physikalischen Kenntnisse eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens. Warum kann man bei diesem Experiment keine Scheiben aus Eisen verwenden?



Konstanten & Einheiten siehe Formelsammlung

Viel Spaß und Erfolg!

