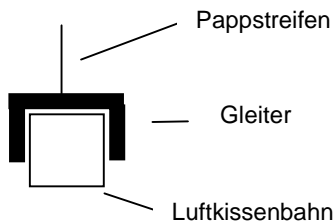
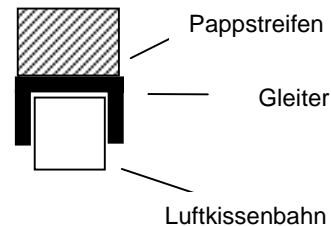


Pflichtaufgaben

(30 BE)

Aufgabe P1 Bewegungen auf der Luftkissenbahn

1. Auf einer Luftkissenbahn wird in zwei Experimenten die Bewegung eines Gleiters untersucht. Die Anfangsgeschwindigkeit des Gleiters beträgt jeweils $v_0 = 0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Experiment I: Pappstreifen in BewegungsrichtungExperiment II: Pappstreifen quer zur Bewegungsrichtung

Es wurden folgende Messwerte aufgenommen.

Experiment I	
s in m	t in s
0	0
0,20	0,80
0,40	1,61
0,60	2,43
0,80	3,26
1,00	4,09

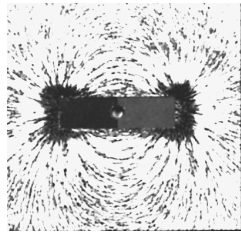
Experiment II	
s in m	t in s
0	0
0,20	0,80
0,40	1,77
0,60	2,98
0,80	4,44
1,00	5,94

- a) Berechnen Sie die mittleren Geschwindigkeiten für jedes Intervall beider Bewegungen und stellen Sie diese in einem gemeinsamen $v(t)$ - Diagramm dar.
 b) Interpretieren Sie die grafische Darstellung.
2. In einem weiteren Experiment wird die Luftkissenbahn gegen die Horizontale um 2° geneigt. Dem Gleiter ohne Blende wird durch eine Startvorrichtung eine Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ die geneigte Ebene hinauf verliehen.
- a) Berechnen Sie Ort und Zeit der Bewegungsumkehr des Gleiters.
 b) Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit erreicht er seine Ausgangslage?

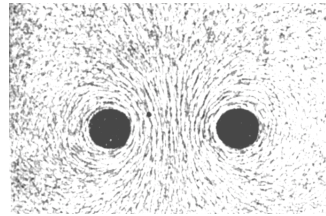
Es ist weiterhin die Pflichtaufgabe P2 zu bearbeiten.

Aufgabe P2 Magnetisches Feld und elektromagnetische Induktion

- Definieren Sie den Begriff magnetisches Feld.
- Welche Eigenschaften des magnetischen Feldes können jeweils aus den nachfolgenden Darstellungen abgeleitet werden?



Dauermagnet

zwei stromdurchflossene
Leiter

- Zur Bereitstellung von elektrischer Energie werden auch Blockheizkraftwerke eingesetzt. Diese besitzen Generatoren, welche von Motoren angetrieben werden, die Erdgas verwenden. Die innere Energie der Abgase wird zu Heizzwecken genutzt. Dadurch haben solche Kraftwerke einen hohen Wirkungsgrad.

- Erläutern Sie die Energieumwandlungen in einem Blockheizkraftwerk.
- Ein solches Blockheizkraftwerk hat die nutzbare Leistung 470 kW. Der Wirkungsgrad der Anlage beträgt $\eta = 75\%$. Berechnen Sie den Verbrauch an Erdgas ($H = 32 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$), wenn das Kraftwerk 5 Stunden betrieben wird.

- Grundlage für die Funktion von Generatoren ist die elektromagnetische Induktion.

- Beschreiben Sie ein Experiment zum Nachweis der elektromagnetischen Induktion sowie ein weiteres, mit dessen Hilfe sich die Abhängigkeiten der Größe der Induktionsspannung demonstrieren lassen.

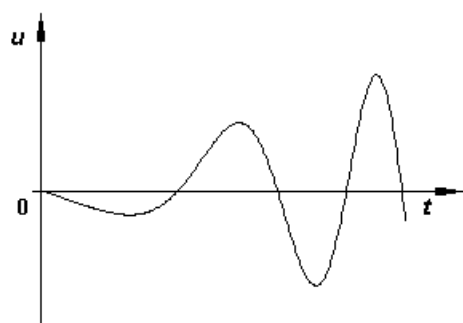
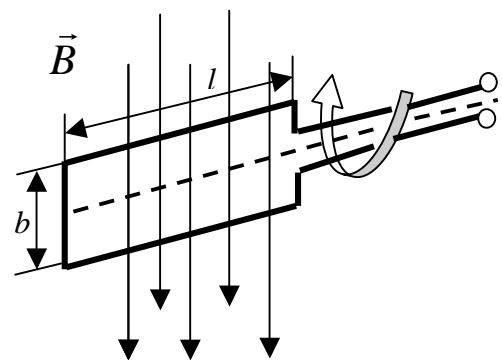
- Eine Leiterschleife ($b = 5,0 \text{ cm}$, $l = 10 \text{ cm}$) rotiert in einem homogenen Magnetfeld der Stärke $B = 2,5 \text{ T}$ mit der konstanten Drehzahl $n = 300 \text{ min}^{-1}$.

Berechnen Sie die maximale Induktionsspannung.

- Die Drehzahl der Leiterschleife wird im homogenen magnetischen Feld der Stärke $B = 2,5 \text{ T}$ in der Zeit $t = 25 \text{ s}$ von $n = 0$ auf $n = 300 \text{ min}^{-1}$ gleichmäßig erhöht. Im nebenstehenden Diagramm ist ein möglicher Spannungsverlauf in der Anfangsphase dargestellt.

Begründen Sie, dass in der Leiterschleife keine harmonische Wechselspannung induziert wird.

Berechnen Sie die Induktionsspannung zum Zeitpunkt $t = 1,6 \text{ s}$.



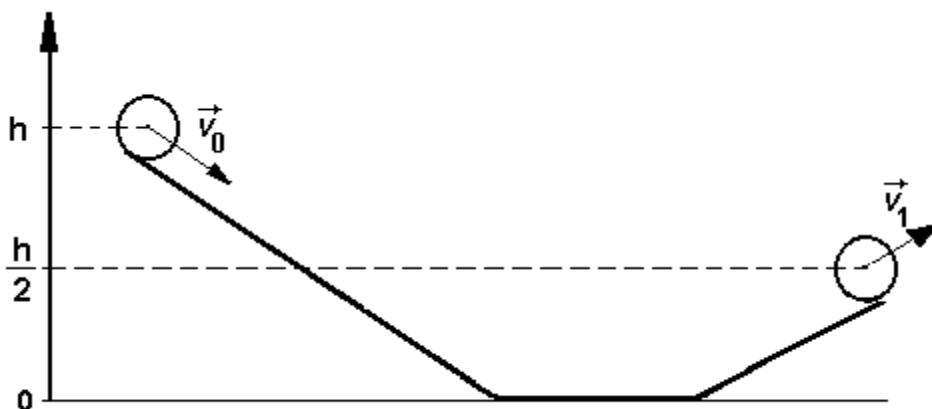
Wahlaufgabe A

(18 BE)

Es ist eine der Aufgaben A1 oder A2 zu lösen.

Aufgabe A1 Schülerexperiment zur Bestimmung von Reibungskoeffizienten

1. Ein Körper befindet sich auf einer geneigten Ebene der Höhe h und der Länge l . Zerlegen Sie die Gewichtskraft dieses Körpers in die beiden Komponenten senkrecht und parallel zur Unterlage. Leiten Sie jeweils eine Gleichung zur Bestimmung der einzelnen Kräfte in Abhängigkeit von der Höhe h und der Länge l her.
2. Schülerexperimente
 - a) Bestimmen Sie experimentell den Haftreibungskoeffizienten zwischen Holz und Kunststoff. Wählen Sie die benötigten Geräte und Hilfsmittel aus den bereitgestellten aus. Bestimmen Sie den Koeffizienten aus 5 verschiedenen Messungen. Protokollieren Sie Ihre Messungen.
 - b) In einem zweiten Teilversuch soll der Gleitreibungskoeffizient zwischen dem Holz und Kunststoff bestimmt werden. Bestimmen Sie den Koeffizienten aus 5 verschiedenen Messungen. Protokollieren Sie Ihre Messungen.
 - c) Interpretieren Sie Ihre Versuchsergebnisse.
3. Eine Vollkugel mit der Masse m und dem Radius r rollt eine geneigte Ebene hinunter. Ihre Anfangsgeschwindigkeit ist $v_0 = 0,40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Sie legt zwischen den Zeitpunkten $t_1 = 0$ und $t_2 = 0,85 \text{ s}$ den Weg $s = 1,25 \text{ m}$ zurück. Die Bewegung ist als gleichmäßig beschleunigt anzunehmen. Energieverluste durch Rollreibung sind zu vernachlässigen. Berechnen Sie den Neigungswinkel der geneigten Ebene.
4. Eine Vollkugel mit der Masse m und dem Radius r bewegt sich auf der nachfolgend dargestellten Bahn. In der Höhe h beträgt die Geschwindigkeit $v_0 = 0$. Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1 . Energieverluste durch Rollreibung sind zu vernachlässigen.



Aufgabe A2 Auswertung von Experimenten zu mechanischen Schwingungen

1. In einem Experiment mit einem Fadenpendel wird für eine konstante Pendellänge l die Periodendauer T in Abhängigkeit vom Auslenkwinkel α untersucht. Dabei ergeben sich folgende Messergebnisse.

α in $^\circ$	5	10	15	20	25	30	35	40	45
T in s	2,20	2,20	2,21	2,22	2,23	2,24	2,25	2,27	2,28

Interpretieren Sie den Zusammenhang zwischen T und α .

Bis zu welchem Auslenkwinkel kann man davon ausgehen, dass es sich um eine harmonische Schwingung handelt, wenn dabei die Toleranzgrenze von 2 % nicht überschritten werden soll?

2. Ein Fadenpendel führt mechanische Schwingungen aus.
- Berechnen Sie die Länge eines Fadenpendels, welches in 102 s 40 Schwingungen ausführt.
 - Weisen Sie theoretisch nach, dass ein solches Fadenpendel für kleine Auslenkwinkel harmonische Schwingungen ausführt. Erläutern Sie, warum dies bei großen Auslenkwinkeln nicht mehr der Fall ist.
3. Mit einem Fadenpendel lässt sich auch die Fallbeschleunigung bestimmen. Ungenauigkeiten entstehen vor allem in der Messung der Pendellänge l als Abstand zwischen Aufhängpunkt und Schwerpunkt des schwingenden Systems. Man kann diese Ungenauigkeiten minimieren, indem man 2 Messungen nach folgender Schrittweise durchführt:
- Messung der Periodendauer T_1 mit einem Pendel der Länge l und
 - Messung der Periodendauer T_2 mit einem um Δl verkürzten Pendel.
- Leiten Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Erdbeschleunigung g in Abhängigkeit von T_1 , T_2 und Δl her.
 - Berechnen Sie die Fallbeschleunigung g am Messort für folgende Messwerte: $T_1 = 2,10$ s; $T_2 = 1,70$ s; $\Delta l = 38,0$ cm.
4. Eine relativ genaue Bestimmung der Erdbeschleunigung kann mit einer besonderen Ausführung eines Pendels durchgeführt werden. Für ein physisches Pendel in Form eines im Punkt A aufgehängten homogenen Stabes ergibt sich unter der Annahme kleiner Drehwinkel für die Periodendauer $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot a}}$.
- Für das Trägheitsmoment gilt $J = J_S + m \cdot a^2$. Weiterhin ist a der Abstand zwischen A und dem Schwerpunkt S sowie $J_S = \frac{1}{12} m \cdot l^2$ das Trägheitsmoment des Stabes.
- Leiten Sie eine Gleichung für die Bestimmung der Periodendauer solch eines Pendels in Abhängigkeit von a und l her.
 - Berechnen Sie die Fallbeschleunigung für den Fall, dass die Periodendauer $T = 1,74$ s, die Länge $l = 1,25$ m und der Abstand $a = 48,0$ cm beträgt.

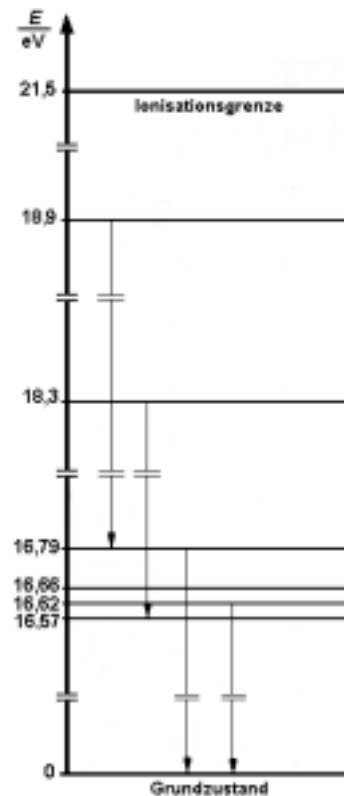
Wahlaufgabe B

(12 BE)

Es ist eine der Aufgaben B1 oder B2 zu lösen.

Aufgabe B1 FRANCK-HERTZ-Experiment

1. Ein grundlegendes Experiment für die Existenz quantenhafter Energiezustände in der Atomhülle ist das FRANCK-HERTZ-Experiment.
Zeichnen Sie ein geeignetes Schaltbild zum FRANCK-HERTZ-Experiment.
2. Für Unterrichtszwecke existieren spezielle Experimentieranordnungen mit Röhren, die mit dem Edelgas Neon gefüllt sind.
Hier kann die Beschleunigungsspannung im Bereich von $0 \text{ V} \leq U_B \leq 80 \text{ V}$ verändert werden. Zwischen der Gitterelektrode und der Anode liegt eine geeignete Gegenspannung an. Ab einer Beschleunigungsspannung U_B von ca. 20 V zeigt sich nahe dem Gitter eine rote Leuchterscheinung. Mit höherer Spannung U_B verlagert sich der leuchtende Bereich in Richtung Katode. Ab 40 V entsteht am Gitter ein zweiter leuchtender Bereich, der bei weiterer Erhöhung der Spannung U_B ebenfalls in Richtung der Katode wandert.
 - a) Für Röhren mit Neonfüllung beträgt die Spannungsdifferenz zwischen den Maxima in der $I_A(U_B)$ -Kennlinie¹ etwa 19 V. Zeigen Sie, dass für einen Übergang des Neonatoms in den Grundzustand die zugeordnete Strahlung nicht im sichtbaren Bereich des Spektrums liegen würde.
 - b) Die Rückübergänge eines angeregten Neonatoms in den Grundzustand sind relativ komplex. In der nebenstehenden Abbildung sind ausgewählte Elektronenübergänge des Neonatoms dargestellt. Welcher dieser Energieübergänge ist für die beobachtete rote Leuchterscheinung verantwortlich?
 - c) Erklären Sie die beobachteten Leuchterscheinungen. Gehen Sie dabei auch auf die Veränderungen ein.
3. Das Ergebnis des FRANCK-HERTZ-Experiments ist ein Beleg dafür, dass Ne-Atome diskrete Energiezustände haben könnten.
Nennen Sie zwei weitere Experimente, die Belege dafür liefern, dass in der Atomhülle diskrete Energiezustände existieren.

¹ I_A ...Auffangstromstärke

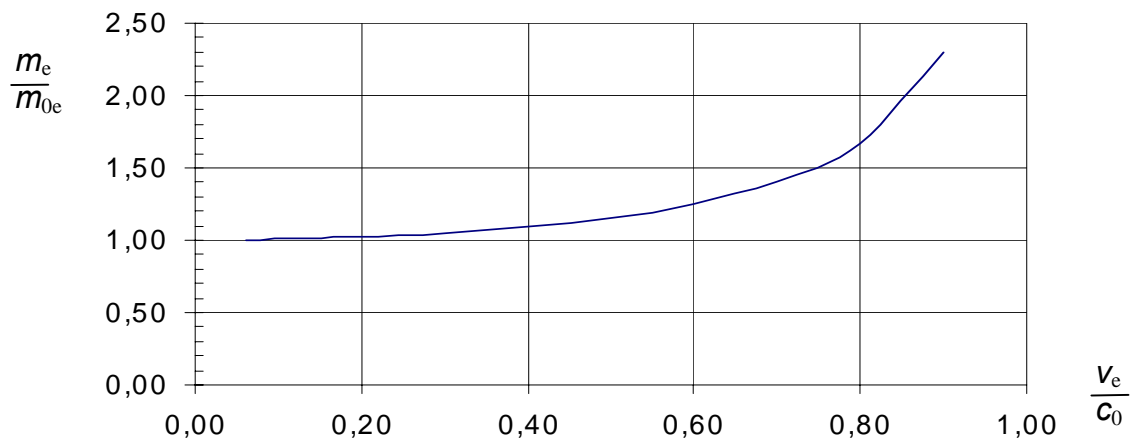
Aufgabe B2 Bestimmung der Masse eines Elektrons mit dem Fadenstrahlrohr

1. In einem Fadenstrahlrohr, das sich in einem homogenen Magnetfeld befindet, werden Elektronen so abgelenkt, dass sie einen Kreis mit dem Radius r beschreiben.
 - a) Erläutern Sie anhand einer Skizze, wie man mit Hilfe einer solchen Anordnung die spezifische Ladung eines Elektrons bestimmen kann. Leiten Sie die dazu erforderliche Gleichung $\frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{(B \cdot r)^2}$ her.
Von welchen Annahmen sind Sie ausgegangen?
 - b) Berechnen Sie aus den unten angegebenen Messwerten den Mittelwert für die spezifische Ladung eines Elektrons.
 - c) Berechnen Sie unter Verwendung der Messwerte die Elektronenmasse.

Messwerte:

U_B in V	150	200	250	250	250
B in mT	1,00	1,00	1,00	1,25	1,75
r in cm	4,00	4,80	5,30	4,30	3,00

2. Messungen von W. KAUFMANN in den Jahren 1901–1906 ergaben, dass der Wert der spezifischen Ladung eines Elektrons von dessen Geschwindigkeit abhängt.



- a) Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit der Elektronen v_e und der experimentell ermittelten Elektronenmasse m_e .
- b) Zur Vereinfachung kann für Berechnungen bis etwa $v_e = 0,2 c_0$ statt der relativistischen Masse die Ruhemasse des Elektrons verwendet werden.
Berechnen Sie für diese Geschwindigkeit die dazugehörige Beschleunigungsspannung.