

Pflichtaufgabe	(20 BE)
-----------------------	----------------

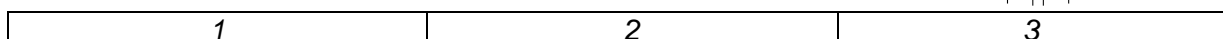
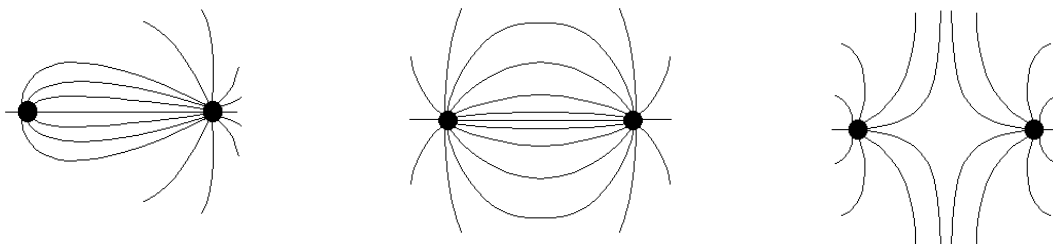
Aufgabe P Bewegung von Körpern

1. Erläutern Sie die Aussagen der drei NEWTONSchen Axiome an jeweils einem Beispiel.
2. In einem Gedankenexperiment trägt der Gleiter einer Luftkissenbahn isoliert eine leichte metallische Hohlkugel (Durchmesser $d_1 = 0,045 \text{ m}$) mit einer elektrischen Ladung $Q_1 = -200 \text{ nC}$. Der Gleiter hat insgesamt die Masse $m = 100 \text{ g}$ und ist auf der waagrecht justierten Bahn reibungsfrei verschiebbar. Am Ende der Bahn steht ein Bandgenerator, dessen große Metallkugel ($d_2 = 0,21 \text{ m}$) die elektrische Ladung $Q_2 = +2000 \text{ nC}$ besitzt. Die Mittelpunkte der Kugeln liegen auf einer waagerechten Geraden.

2.1 Skizzieren Sie diese Versuchsanordnung.

Nehmen Sie für alle weiteren Betrachtungen die Körper als Massenpunkte und die Ladungen als punktförmig an.

- 2.2 In einer Computersimulation kann ein elektrisches Feldlinienbild der beiden Kugeln bei einem festen Abstand in der waagerechten Ebene durch die Kugelmitten erzeugt werden. Welche der drei Abbildungen entspricht der Aufgabenstellung am ehesten? Begründen Sie Ihre Entscheidung.



- 2.3 Berechnen Sie die elektrostatische Kraft F_{el} zwischen den beiden Ladungen, wenn diese sich zunächst im festen Abstand $r = 1,25 \text{ m}$ befinden.
- 2.4 Stellen Sie die Veränderung der elektrostatischen Kraft F_{el} in Abhängigkeit vom Abstand r der beiden Kugelmitten im Bereich $0,25 \text{ m} \leq r \leq 1,25 \text{ m}$ grafisch dar.
Berechnen Sie dazu für vier weitere Orte die jeweils wirkende Kraft.
- 2.5 Beschreiben Sie die Bewegung des Gleiters, wenn dieser sich aus der Ruhelage bei $r = 1,25 \text{ m}$ reibungsfrei bewegen kann. Begründen Sie Ihre Aussagen über die Geschwindigkeit und die Beschleunigung.
- 2.6 Bestimmen Sie aus der grafischen Darstellung oder numerisch einen Näherungswert für die Beschleunigungsarbeit, die im elektrischen Feld während der Bewegung im Intervall von $1,25 \text{ m} \geq r \geq 0,25 \text{ m}$ am Gleiter verrichtet wird.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Gleiters bei $r = 0,25 \text{ m}$.

Wahlaufgabe A

(je 13 BE)

Es ist eine der Aufgaben A1 oder A2 zu lösen.

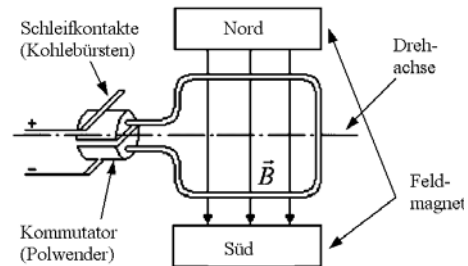
Aufgabe A1 Schülerexperiment zur Bestimmung der Haftreibungszahl

Die Haftreibungszahl zwischen zwei Stoffen lässt sich experimentell durch das Auflegen eines geeigneten Probekörpers auf eine in der Neigung verstellbare geneigte Ebene bestimmen.

1. Stellen Sie in einer exakten Zeichnung die an den Körper auf der geneigten Ebene angreifenden Kräfte dar und benennen Sie diese.
2. Planen Sie den experimentellen Aufbau für die Ihnen zur Verfügung gestellten Geräte und beschreiben Sie Ihre beabsichtigte Versuchsdurchführung.
3. Zwischen der Haftreibungszahl μ und dem Neigungswinkel α einer geneigten Ebene besteht der Zusammenhang $\mu = \tan \alpha$.
Interpretieren Sie die Aussage und leiten Sie die Gleichung her.
4. Führen Sie das Experiment gemäß Ihrer Planung durch. Fertigen Sie dazu ein Protokoll an.
Bestimmen Sie aus mindestens fünf Einzelmessungen einen Mittelwert für die Haftreibungszahl der untersuchten Stoffkombination.
5. Berechnen Sie die prozentuale Abweichung des von Ihnen bestimmten Mittelwertes mit der für das Experiment vorgegebenen Haftreibungszahl.
Nennen Sie Fehlerquellen, die Ihre Messungen beeinflusst haben könnten.

Aufgabe A2 Experimente mit einem Gleichstrommotor

1. Erläutern Sie am Beispiel einer drehbar gelagerten Leiterschleife (vgl. Abb.) die Funktionsweise eines Gleichstrommotors.



2. Mit einem Gleichstrommotor wird über einen um die Welle des Motors gewickelten langen Faden ein Hakenkörper angehoben. Nach dem Abschalten der Betriebsspannung sinkt der Hakenkörper wieder hinab.
- 2.1 Skizzieren Sie eine der Beschreibung entsprechende Versuchsanordnung. Zeichnen Sie außerdem einen Schaltplan mit den Messgeräten für Spannung und Stromstärke.
- 2.2 Der Motor wird an eine Spannungsquelle $U = 1,5 \text{ V}$ angeschlossen. Es fließt ein elektrischer Strom der Stärke $I = 0,085 \text{ A}$. Der angehängte Hakenkörper der Masse $m = 0,070 \text{ kg}$ wird mit einer konstanten Geschwindigkeit $v = 0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ aus der Ausgangsposition auf die Höhe $h = 2,0 \text{ m}$ angehoben. Berechnen Sie die potentielle Energie des angehobenen Hakenkörpers, die elektrische Leistung des Motors beim Anheben und den Wirkungsgrad der Anordnung.
- 2.3 Der angehobene Hakenkörper sinkt bei geöffnetem Schalter mit einer konstanten Beschleunigung $a = 2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ aus der Höhe $h = 2,0 \text{ m}$ hinab. Berechnen Sie die Zeit, die der Körper dabei zum Erreichen der Ausgangsposition benötigt sowie die Geschwindigkeit, die er in dieser Zeit erreicht.
- 2.4 In einem weiteren Experiment wird der Motor nach dem Anheben des Hakenkörpers sofort von der Spannungsquelle getrennt und an einen Widerstand von $R \approx 1 \Omega$ angeschlossen. Der Hakenkörper sinkt nun deutlich langsamer. Erklären Sie diese Veränderung.

Wahlaufgabe B

(je 12 BE)

Es ist eine der Aufgaben B1 oder B2 zu lösen.

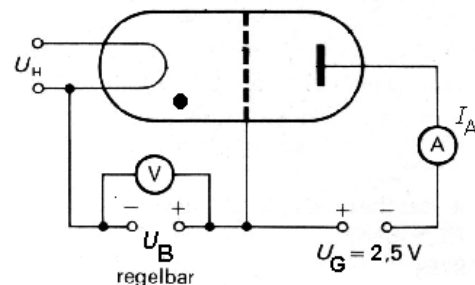
Aufgabe B1 FRANCK-HERTZ-Experiment

Anfang des 20. Jahrhunderts führten die Physiker J. FRANCK und G. HERTZ gemeinsam Experimente durch, deren Ergebnisse eine wichtige Bestätigung für die Hypothese der quantenhaften Energieübertragung im atomaren Bereich darstellte. Dieser Versuch wurde mit einer mit Quecksilberdampf gefüllten Röhre durchgeführt.

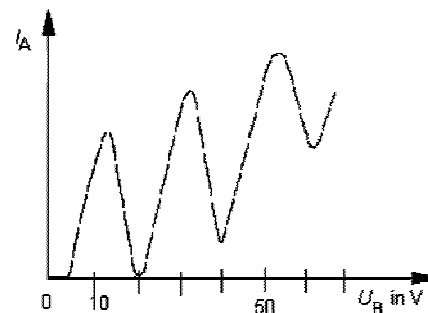
- Das Ergebnis derartiger Elektronenstoßversuche war eine experimentelle Bestätigung der von NIELS BOHR bereits vorher formulierten Postulate über den Aufbau der Atomhülle.
Was besagen die BOHRschen Postulate?

- Beschreiben Sie die Durchführung des FRANCK-HERTZ-Experiments.

Hinweis:

Heizspannung U_H Beschleunigungsspannung U_B Gegenspannung U_G Anoden- oder Auffangstromstärke I_A 

- Später wurden diese Experimente mit anderen Gasen wiederholt. Nebenstehend ist das Messergebnis einer mit dem Edelgas Neon gefüllten Röhre wiedergegeben. Das Diagramm zeigt den Verlauf der Stromstärke I_A in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_B . Der Spannungsunterschied von Maximum zu Maximum beträgt 19 V.



Erklären Sie diesen Kennlinienverlauf.

- Bei diesem Experiment ist in der Röhre eine rote Leuchterscheinung zu beobachten.
Weisen Sie rechnerisch nach, dass die beobachtete Emission von rotem Licht **nicht** dem direkten Übergang der Elektronen aus dem Anregungszustand in den Grundzustand entsprechen kann.

Aufgabe B2 Spezifische Ladung des Elektrons

Die spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m_e}$ kann mit Hilfe einer speziellen Elektronenstrahlröhre (Fadenstrahlröhre) bestimmt werden. Die Elektronen werden im elektrischen Feld bei einer Spannung U beschleunigt und treten mit der gleichen Anfangsgeschwindigkeit v als Elektronenstrahl senkrecht zu den Feldlinien in ein homogenes magnetisches Feld der Flussdichte B ein. Das Glasgefäß der Fadenstrahlröhre ist mit dem Edelgas Argon bei sehr niedrigem Druck gefüllt, so dass die Bahn der Elektronen als leuchtender Kreis sichtbar wird. Der Durchmesser d der Kreisbahn wird gemessen.

Messwerte: $U = 180 \text{ V}$, $B = 1,08 \text{ mT}$, $d = 8,4 \text{ cm}$.

1. Stellen Sie in einer Skizze die Bewegung der Elektronen dar und verdeutlichen Sie den räumlichen Zusammenhang von Bahnebene, Bewegungsrichtung der Elektronen und Richtung des homogenen Magnetfeldes.

Erklären Sie das Zustandekommen der Kreisbahn.

Begründen Sie, warum im Vakuum der Betrag der Geschwindigkeit der Elektronen auf dieser Kreisbahn konstant bleibt, obwohl eine Kraft wirkt.

2. Für die Geschwindigkeit der Elektronen auf der Kreisbahn gilt

$$(I) \quad v = \frac{B \cdot r \cdot e}{m_e}.$$

Leiten Sie die Gleichung her und interpretieren Sie diese.

Berechnen Sie für die gegebenen Messwerte den Betrag der Bahngeschwindigkeit.

3. Die spezifische Ladung des Elektrons kann aus den im Experiment gemessenen Werten über die Gleichung

$$(II) \quad \frac{e}{m_e} = \frac{2 \cdot U}{(B \cdot r)^2} \quad \text{bestimmt werden.}$$

Berechnen Sie die spezifische Ladung eines Elektrons aus den Messwerten.

4. Erklären Sie, wodurch die beschriebene Leuchterscheinung entsteht.