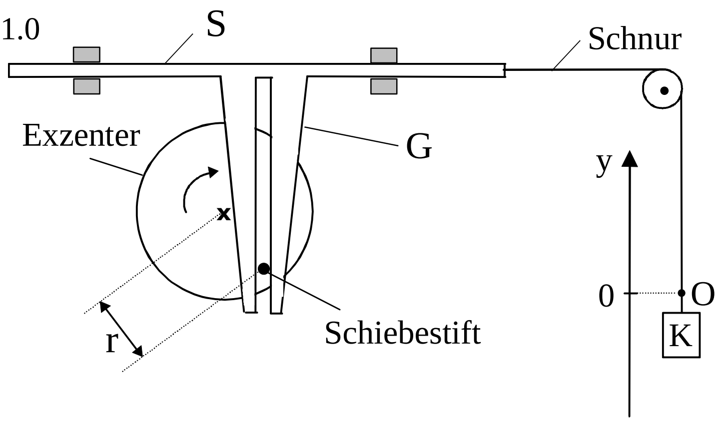
BE

1.0



Ein Exzenter, dessen Schiebestift auf einem Kreis mit dem Radius $r = 8{,}0\,\mathrm{mm}$ umläuft, bewegt über ein Geschiebe G eine horizontal geführte Stange S. An der Stange S ist eine Schnur befestigt, die über eine Rolle läuft und an deren anderem Ende ein Körper K mit der Masse $m = 200\,\mathrm{g}$ hängt.
Die Drehfrequenz f des Exzenters ist im Bereich $0\,\mathrm{Hz} \le f \le 4{,}0\,\mathrm{Hz}$ variierbar.

1.1.0 Dreht sich der Exzenter im Uhrzeigersinn mit konstanter Winkelgeschwindigkeit, so führt der Körper K eine harmonische Schwingung um die Nulllage O aus.
Die Drehfrequenz beträgt $f = 1{,}2\,\mathrm{Hz}$. Zum Zeitpunkt $t_o = 0\,\mathrm{s}$ bewegt sich der Körper K durch die Nulllage nach unten.

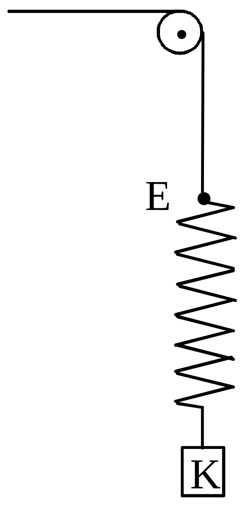
4 1.1.1 Geben Sie die Position des Schiebestiftes für den Zeitpunkt $t_o = 0\,\mathrm{s}$ an.
Bestimmen Sie eine Gleichung mit eingesetzten Werten, die für $t \ge 0\,\mathrm{s}$ die Abhängigkeit der Elongation y des Körpers K von der Zeit t beschreibt.

5 1.1.2 Bestimmen Sie die Elongation, sowie den Betrag und die Orientierung der Geschwindigkeit des Körpers K für den Zeitpunkt $t_1 = 0{,}75\,\mathrm{s}$.

4 1.1.3 Berechnen Sie den maximalen Betrag der Beschleunigung, die der Körper K erfährt und geben Sie an, wo sich der Körper K befindet, wenn der Betrag seiner Beschleunigung maximal ist.

5 1.1.4 Berechnen Sie anhand eines Kräfteplans den Betrag der Kraft, welche die Schnur auf den Körper K ausübt, wenn sich dieser im unteren Umkehrpunkt befindet.

1.2.0 Zwischen dem rechten Schnurende und dem Körper K wird eine Schraubenfeder mit der Federkonstanten D eingesetzt. Die Masse der Feder ist vernachlässigbar klein. Die Eigenfrequenz des Federpendels beträgt $f_o = 1{,}8\,\mathrm{Hz}$.
Wird der Exzenter in Rotation versetzt, so wird das obere Federende E zu harmonischen Schwingungen mit der Amplitude $A_E = r$ angeregt.
Die Drehfrequenz f des Exzenters wird stufenweise von $0\,\mathrm{Hz}$ bis $4{,}0\,\mathrm{Hz}$ gesteigert. Wurde die Drehfrequenz f des Exzenters auf einen neuen Wert eingestellt, so schwingt der Körper K nach einer Einschwingphase harmonisch.
Die Amplitude A_K dieser harmonischen Schwingung wird bestimmt.
Außerdem registriert man die Phasenverschiebung $\Delta\varphi$ der Schwingung des Körpers K gegenüber der Schwingung des oberen Federendes E.
Die Dämpfung durch Reibung ist gering, aber nicht vernachlässigbar.

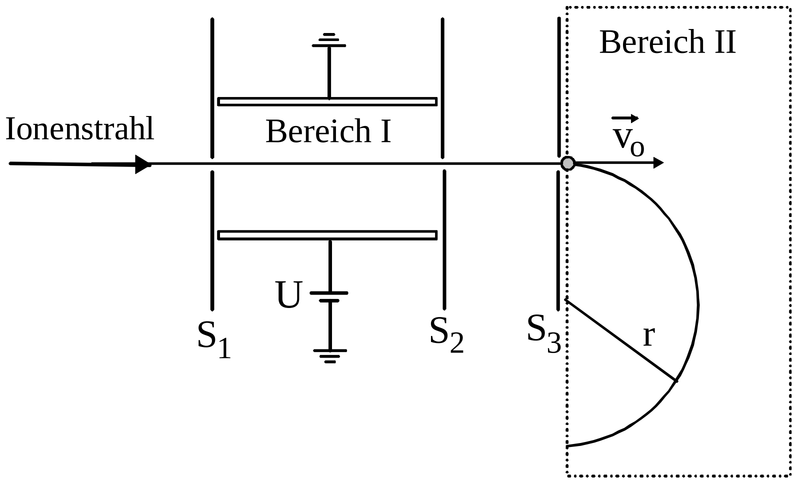


8 1.2.1 Erläutern Sie anhand geeigneter Diagramme und mit Worten, wie die Amplitude A_K und die Phasendifferenz $\Delta\varphi$ von der Drehfrequenz f des Exzenters abhängen.

2 1.2.2 Bei fest gewählter Drehfrequenz f schwingt der Körper K nach der Einschwingphase mit gleich bleibender Amplitude, obwohl dem Federpendel ständig Energie zugeführt wird.
Erläutern Sie diesen Sachverhalt im Hinblick auf den Energieerhaltungssatz.

BE

2.0



Einfach positiv geladene Ionen mit verschiedenen Geschwindigkeiten treten durch die Öffnung in der Blende S_1 in den Bereich I ein. In diesem Bereich I herrschen ein homogenes Magnetfeld mit der Flussdichte $\vec{B}$ und zusätzlich das homogene elektrische Feld eines Plattenkondensators mit der Feldstärke $\vec{E}$. Die beiden Felder sind zeitlich konstant.
Im Bereich II wird die Bewegung der Ionen nur noch durch ein homogenes Magnetfeld mit der zeitlich konstanten Flussdichte $\vec{B}^*$ beeinflusst.

Die gesamte Anordnung befindet sich im Vakuum. Die Gewichtskräfte der Ionen sind vernachlässigbar klein.

2.1.0 Die Felder im Bereich I wirken zusammen mit den Blenden S_1 und S_2 als Geschwindigkeitsfilter für Ionen. Nur Ionen mit einer bestimmten Geschwindigkeit $\vec{v}_o$ passieren den Bereich I ohne Ablenkung.

2 | 2.1.1 Geben Sie in einer Skizze, die auch den Vektor $\vec{v}_o$ enthält, die Richtungen von $\vec{B}$ und $\vec{E}$ an.

4 | 2.1.2 Die magnetische Flussdichte $\vec{B}$ hat den Betrag $B = 120\,\text{mT}$. Der Kondensator mit dem Plattenabstand $d = 2{,}0\,\text{cm}$ ist an eine Gleichspannungsquelle mit der Spannung U angeschlossen. Bestimmen Sie, wie groß die Spannung U gewählt werden muss, damit Ionen mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v_o = 2{,}5 \cdot 10^5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ den Bereich I ohne Ablenkung passieren und durch die Blende S_2 gelangen.

4 | 2.1.3 Betrachtet werden Ionen des Ionenstrahls, die mit einer Geschwindigkeit $\vec{v}$ in den Bereich I eintreten, deren Betrag v größer als v_o ist.
Erklären Sie, was mit diesen Ionen unmittelbar nach dem Eintritt in den Bereich I passiert. Begründen Sie Ihre Antwort !

2.2.0 Diejenigen Ionen, die mit der Geschwindigkeit $\vec{v}_o$ die Blende S_2 passieren, gelangen durch die Blende S_3 in den Bereich II. Dabei gilt: $v_o = 2{,}5 \cdot 10^5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ und $\vec{v}_o \perp \vec{B}^*$.

5 | 2.2.1 Begründen Sie, dass sich die Ionen im Bereich II auf einer Halbkreisbahn bewegen.

4 | 2.2.2 Untersuchen Sie rechnerisch, wie der Radius r der Halbkreisbahn von der Masse m eines Ions abhängt.

3 | 2.2.3 Die Flussdichte $\vec{B}^*$ des Magnetfeldes im Bereich II hat den Betrag $B^* = 640\,\text{mT}$.
Berechnen Sie die Masse m eines Ions, das sich auf einem Halbkreis mit dem Radius $r = 8{,}0\,\text{cm}$ bewegt.

50