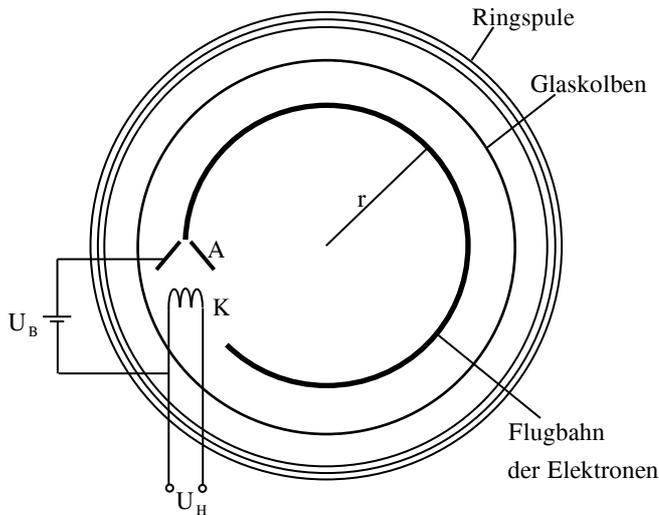


## 2013 A III Angabe

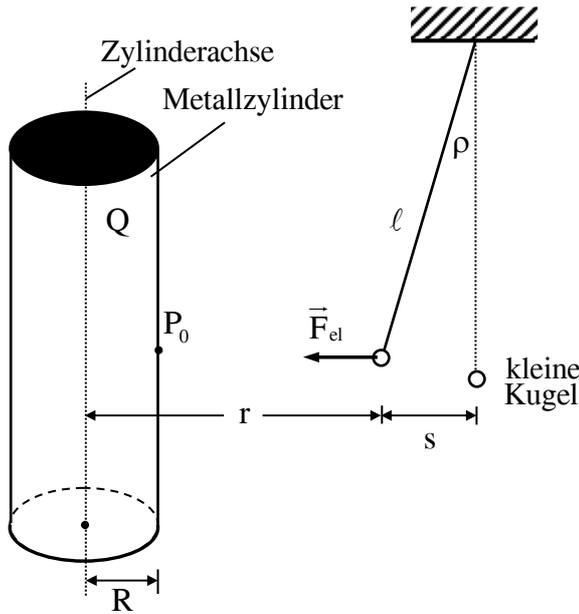
BE 1.0



In der links stehenden Skizze ist ein Fadenstrahlrohr dargestellt, mit dem der Betrag der spezifischen Ladung von Elektronen bestimmt werden kann. Die Elektronen treten aus der Glühkathode K mit vernachlässigbar kleiner Geschwindigkeit aus, durchlaufen die Beschleunigungsspannung  $U_B$  und fliegen durch das kleine Loch in der Anode A mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$ . Dann werden die Elektronen in einem Magnetfeld auf eine Kreisbahn mit dem Radius  $r$  gelenkt.

- 2 1.1 Geben Sie die Bedingungen an, die das Magnetfeld erfüllen muss, damit sich die Elektronen in diesem Magnetfeld auf einer Kreisbahn bewegen.
- 3 1.2 Das Magnetfeld wird mithilfe eines Helmholtzspulenpaares erzeugt. In der oben stehenden Skizze ist eine der Ringspulen des Helmholtzspulenpaares erkennbar. Geben Sie den technischen Umlaufsinn des Stromes durch die Ringspule an. Begründen Sie Ihre Antwort.
- 3 1.3 Erläutern Sie, wie es dazu kommt, dass die Kreisbahn der Elektronen im Fadenstrahlrohr sichtbar wird.
- 4 1.4 Leiten Sie eine Gleichung her, die aufzeigt, wie der Betrag  $v_0$  der Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$  von der Beschleunigungsspannung  $U_B$  abhängt. Erläutern Sie dabei Ihren Lösungsansatz.
- 5 1.5 Zeigen Sie, dass für den Radius  $r$  der Kreisbahn gilt:  $r = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot U_B}{e}} \cdot \frac{1}{B}$   
 Dabei ist  $m$  die Masse des Elektrons,  $e$  die Elementarladung und  $B$  der Betrag der magnetischen Flussdichte  $\vec{B}$ .
- 1.6.0 Die Beschleunigungsspannung beträgt  $U_B = 150 \text{ V}$ . Die Stromstärke durch das Helmholtzspulenpaar ist so hoch eingestellt, dass die Flussdichte  $\vec{B}$  des magnetischen Feldes den Betrag  $B = 0,75 \text{ mT}$  hat. In diesem Magnetfeld bewegen sich die Elektronen auf einer Kreisbahn mit dem Radius  $r = 5,5 \text{ cm}$ .
- 5 1.6.1 Berechnen Sie aus den unter 1.6.0 gegebene Größen den Betrag der spezifischen Ladung eines Elektrons. Führen Sie dabei eine Einheitenumrechnung durch.
- 4 1.6.2 Erläutern Sie zwei Möglichkeiten, wie der Radius  $r$  der Kreisbahn vergrößert werden kann.

2.0



Ein vertikal aufgestellter Metallzylinder mit dem Radius  $R = 6,0 \text{ cm}$  trägt die positive Ladung  $Q$ . Diese Ladung  $Q$  erzeugt in der Umgebung des Metallzylinders ein elektrisches Feld. Eine kleine Kugel mit der Masse  $m = 0,50 \text{ g}$ , die an einem Faden mit der Länge  $\ell = 1,36 \text{ m}$  hängt, wird elektrisch geladen. Das Kugelchen trägt dann die Ladung  $q = -4,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  und wird daher vom positiv geladenen Metallzylinder angezogen. Bei der Auslenkung  $s$  stellt sich für die kleine Kugel eine neue Gleichgewichtslage ein. Hier befindet sich die Kugel im Abstand  $r$  von der Zylinderachse. Ausgelenkt wird die kleine Kugel durch die elektrische Kraft  $\vec{F}_{\text{el}}$ , die

horizontal und zur Zylinderachse hin gerichtet ist. Siehe nebenstehende, nicht maßstabgetreue Skizze. Die Masse des Fadens ist vernachlässigbar klein.

9. 2.1 Bei der Durchführung des unter 2.0 beschriebenen Versuchs werden die Auslenkung  $s$  der kleinen Kugel und ihr Abstand  $r$  zur Zylinderachse gemessen.

Bei einem bestimmten Abstand  $r$  erhält man für die Auslenkung den Wert  $s = 1,0 \text{ cm}$ .

Berechnen Sie mithilfe eines Kräfteplans den Betrag  $F_{\text{el}}$  der Kraft  $\vec{F}_{\text{el}}$  und den Betrag  $E$  der Feldstärke  $\vec{E}$ , die von der Ladung  $Q$  am Ort des ausgelenkten Kugelchens erzeugt wird.

[ Teilergebnis:  $F_{\text{el}} = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ N}$  ]

2.2.0 Der Versuch aus 2.0 wird nun für verschiedene Abstände  $r$  durchgeführt und dabei die Abhängigkeit des Betrage  $E$  der elektrischen Feldstärke  $\vec{E}$  vom Abstand  $r$  untersucht. Man erhält folgende Ergebnisse:

Messung Nr.	1	2	3	4
$r$ in cm	7,0	8,0	10,0	14,0
$E$ in $\frac{\text{kV}}{\text{m}}$	10,3	9,	7,2	5,1

5 2.2.1 Bestätigen Sie durch eine graphische Auswertung der Messreihe, dass gilt:

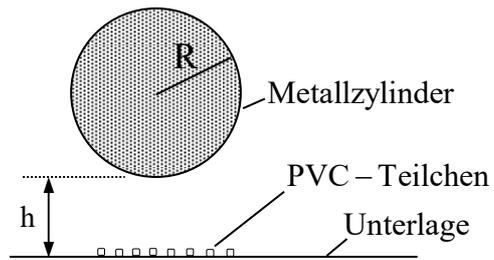
$$E = k \cdot \frac{1}{r}, \text{ wobei } k \text{ konstant, d.h. unabhängig von } r \text{ ist.}$$

2 2.2.2 Bestimmen Sie die Konstante  $k$  aus dem Diagramm von 2.2.1 .

[ mögliches Ergebnis:  $k = 7,2 \cdot 10^2 \text{ V}$  ]

2 2.2.3 Der Punkt  $P_0$  liegt auf der Oberfläche des Metallzylinders.

Berechnen Sie den Betrag  $E_0$  der im Punkt  $P_0$  auftretenden elektrischen Feldstärke  $\vec{E}_0$ .



Der Metallzylinder (Radius  $R = 6,0 \text{ cm}$ ), der immer noch die Ladung  $Q$  trägt, ist nun in der Höhe  $h = 1,8 \text{ cm}$  über einer Unterlage horizontal angeordnet. Er kann von der ungeladenen Unterlage negativ geladene PVC-Teilchen nach oben ziehen.

Diese Teilchen bleiben dann an dem Metallzylinder haften.

Die Kräfte zwischen den geladenen PVC-Teilchen sind zu vernachlässigen. Ermitteln Sie mithilfe des Ergebnisses von 2.2.2, wie groß der Betrag der spezifischen Ladung  $\frac{q}{m}$  eines negativ geladenen PVC-Teilchen mindestens sein muss, damit es vom elektrisch geladenen Metallzylinder angehoben und aufgenommen werden kann.