

---

# Probeklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. F. Pfeiffer  
Sommersemester 2014  
18. Juni 2014

---

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

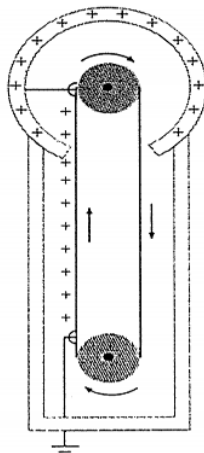
## Aufgabe 1 (5 Punkte)

Ein Plattenkondensator der Kapazität  $C = 475\text{pF}$  wird auf eine Spannung  $U = 127\text{V}$  aufgeladen und dann von der Spannungsquelle getrennt.

- Wie groß ist die Ladung  $Q$  des Kondensators?
- Wie groß ist die Energie des elektrischen Felds im Kondensator?
- Wie groß werden  $C$ ,  $U$  und  $Q$ , wenn ein Dielektrikum mit der relativen Permittivität  $\epsilon_r = 7,5$  zwischen die Platten geschoben wird?

## Aufgabe 2 (7 Punkte)

Beim elektrostatischen van-de-Graaf-Generator wird zur Erzeugung sehr hoher Spannungen mit einem isolierenden Band Ladung auf eine isoliert aufgehängte Metallhohlkugel (Radius  $R = 1,5\text{m}$ ) gebracht. Die Kugel trage die Ladung  $Q = 1,0 \cdot 10^{-4}\text{C}$ .



- (a) Leiten Sie über den Satz von Gauß die Feldstärke  $E(r)$  als Funktion des Abstandes  $r$  vom Kugelmittelpunkt her. Unterscheiden Sie dabei die Bereiche innerhalb und außerhalb der Kugel.
- (b) Welche Feldstärke herrscht (außen) direkt an der Kugeloberfläche?
- (c) Wie groß ist das Potential  $\varphi(r)$  innerhalb und außerhalb der Kugel? Das Potential an einem Ort  $r$  ist dabei definiert als die Arbeit, die nötig ist, um eine positive Probeladung von einem Referenzpunkt  $R_{ref}$  an den Ort  $r$  zu bringen.

$$\varphi(r) = - \int_{R_{ref}}^r E d\tilde{r}$$

Setzen Sie den Referenzpunkt ins Unendliche.

- (d) Skizzieren Sie die Verläufe von  $E(r)$  und  $\varphi(r)$

### Aufgabe 3 (5 Punkte)

Es sei folgendes statisches Feld gegeben.

$$\vec{E}(x, y, z) = E_0 \begin{pmatrix} x^2 y \\ z \cos(y) \\ x^2 + y^2 + z^2 \end{pmatrix}$$

- (a) Berechnen Sie die Divergenz des Feldes.
- (b) Berechnen Sie die Rotation des Feldes.
- (c) Berechnen Sie  $\Delta \vec{E}(x, y, z)$ .

### Aufgabe 4 (2 Punkte)

Eine altmodische Herdplatte besteht aus 3 Heizelementen von denen das erste 500 Watt Nennleistung hat und die beiden anderen nur jeweils 250 Watt. (Nennleistung ist die Heizleistung bei Nennspannung 230V.)

- (a) Wie müssen die Heizelemente verschaltet werden um die minimale Heizleistung zu nutzen und wie groß ist diese?
- (b) Wie müssen die Heizelemente verschaltet werden um die maximale Heizleistung zu nutzen und wie groß ist diese?

### Aufgabe 4 (7 Punkte)

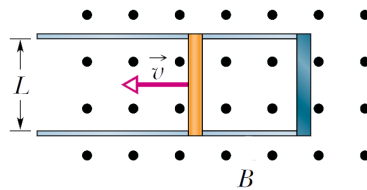
Ein Protonenstrahl wird im Vakuum aus einem feldfreien Raum in einen Raum der Länge  $l = 0.50\text{m}$  geschossen, in dem ein homogenes elektrisches Feld  $\vec{E} = E_0 \vec{x}$  und ein homogenes magnetisches Feld  $\vec{B} = B_0 \vec{y}$  jeweils senkrecht zum Geschwindigkeitsvektor  $\vec{v} = v_0 \vec{z}$  gerichtet sind.  $E_0 = 10 \frac{\text{kV}}{\text{m}}$ ,  $B_0 = 0.01\text{T}$ ,  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

- (a) Zeichnen sie in ein Koordiantensystem Felder, Kräfte und Flugbahn des Teilchens schematisch ein.

- (b) Bei welcher Geschwindigkeit passieren die Protonen den Raum geradlinig ?
- (c) Innerhalb welchen Geschwindigkeitsintervalls  $\Delta v$  werden die Teilchen noch durch einen Schlitz der Breite  $b = 5\text{mm}$  am Ende der Feldregion durchgelassen?

### Aufgabe 6 (7 Punkte)

Ein leitfähiger Stab hat die Länge  $L$  und wird mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  reibungslos über horizontale, leitfähige Schienen gezogen, so dass der Stab ständig Kontakt mit den Schienen hat. Die beiden Schienen sind an einem Ende leitend verbunden. Ein homogenes, aus der Papierebene heraus zeigendes Magnetfeld  $B$  erfüllt den gesamten Bereich, in dem der Stab sich bewegt. Es gilt  $L = 10\text{ cm}$ ,  $v = 5,0\text{m/s}$  und  $B = 1,2\text{ T}$ .



- (a) Welche Spannung wird in dem Stab induziert und in welche Richtung zeigt sie?
- (b) Welcher Strom fließt in der Schleife? Nehmen Sie dabei an, dass der Widerstand des Stabes  $0,4\ \Omega$  und der Widerstand im Rest des Stromkreises vernachlässigbar ist.
- (c) Mit welcher Leistung wird in dem Stab Wärme erzeugt?
- (d) Welche Kraft muss auf den Stab ausgeübt werden, damit er seine Bewegung beibehält?
- (e) Welche Leistung erbringt diese äußere Kraft?

### Aufgabe 7 (6 Punkte)

Eine rechteckige Leiterschleife mit den Seiten  $a = 6\text{cm}$  und  $b = 20\text{cm}$ , deren Seite  $b$  sich im Abstand  $r_o = 1\text{cm}$  parallel zu einem langen, geraden, vertikalen Draht befindet, wird mit konstanter Geschwindigkeit  $v = 2,5\frac{\text{m}}{\text{s}}$  nach rechts von diesem wegbewegt. Durch den Draht fließt ein Strom von  $I = 10\text{A}$  von unten nach oben.

- (a) Zeichnen Sie den Versuchsaufbau schematische.
- (b) Wie groß ist die in der Schleife induzierte Spannung zum Zeitpunkt  $t = 0,1\text{ s}$ ?
- (c) Welchen Umlaufsinn hat der Induktionsstrom in der Schleife?

### Konstanten

$$\begin{aligned} e &= 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C} & m_e &= 9,11 \cdot 10^{-31}\text{kg} \\ \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12}\text{As/Vm} & \mu &= 12,57 \cdot 10^{-7}\text{N/A}^2 \end{aligned}$$