



## Übungsblatt Nr. 1

Abgabe bis zum: 25.04.2025 (10:00h)

Name ..... Tutor ..... Gruppe Nr. ....

Zusammenarbeit mit .....

*Bitte gut leserlich in Druckschrift ausfüllen*

1	2	3	4	Σ

### Aufgabe 1: Vektoranalysis

(3 Punkte (1+2))

a)  $\vec{A}$  und  $\vec{B}$  seien zwei Vektorfunktionen. Berechnen Sie den Ausdruck  $(\vec{A} \cdot \vec{\nabla})\vec{B}$ .

b) Berechnen Sie die Divergenz und die Rotation der Vektorfunktionen

$$\vec{v}_a = x^2 \hat{x} + 3xz^2 \hat{y} + 2xz \hat{z} \quad (1)$$

$$\vec{v}_b = y^2 \hat{x} + (2xy + z^2) \hat{y} + 2yz \hat{z} \quad (2)$$

### Aufgabe 2: Millikan Versuch

(5 Punkte)

Der in der Vorlesung besprochene Millikan Versuch kann genutzt werden, um den Wert der Elementarladung  $e$  zu bestimmen. Geladene Öltröpfchen werden dabei in einen Plattenkondensator eingebracht, dessen Platten horizontal ausgerichtet sind. Ohne elektrisches Feld wirken auf die Tröpfchen jeweils die Gravitationskraft und die Auftriebskraft. Durch Anlegen einer geeigneten Spannung an den Plattenkondensator kann eine elektrische Kraft derart auf die Tröpfchen ausgeübt werden, dass diese die anderen beiden Kräfte kompensiert und die geladenen Tröpfchen in einen Schwebezustand gebracht werden. Durch Änderung des elektrischen Feldes kann desweiteren ein Kräftegleichgewicht zwischen elektrischer Kraft und Gravitationskraft einerseits und geschwindigkeitsabhängiger Reibungskraft und Auftriebskraft andererseits hergestellt werden, dass zu einer konstanten Sinkgeschwindigkeit  $v$  führt. Zeigen Sie, dass für ein Tröpfchen, das bei einer Spannung  $U$  am Plattenkondensator die konstante Sinkgeschwindigkeit  $v$  hat, die Ladung berechnet werden kann durch

$$q(v, U) = \frac{v^{3/2}}{U} \cdot 9\sqrt{2} \cdot \pi \cdot \eta^{3/2} \frac{d}{\sqrt{(\rho_{\text{Öl}} - \rho_{\text{Luft}})g}},$$

diese neben dem Messwertepaar  $(v, U)$  also nur von den Konstanten Plattenabstand  $d$ , Viskositätskoeffizient von Luft  $\eta$ , Dichten von Öl und Luft  $\rho_{\text{Öl/Luft}}$  und der Erdbeschleunigung  $g$  abhängt. Wie kann aus einer Messreihe, die verschiedene Wertepaare  $(v, U)$  aufnimmt die Elementarladung  $e$  bestimmt werden?

**Aufgabe 3:** *Coulomb'sches Gesetz*

(6 Punkte)

Zwei punktförmige Körper der Masse  $m = 1 \text{ g}$  seien an zwei (masselosen) Fäden der Länge  $\ell = 10 \text{ cm}$  in unmittelbarer Nähe (näherungsweise im gleichen Punkt) voneinander aufgehängt.



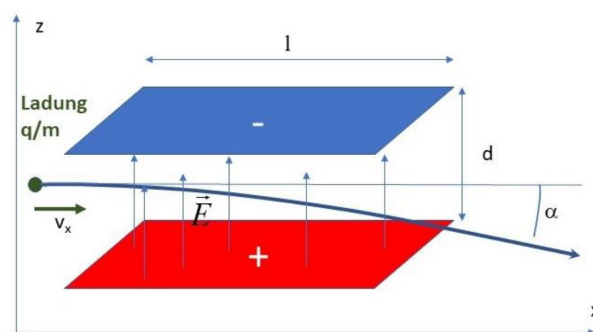
Wenn beide Körper mit der gleichen Ladung  $Q = 50 \text{ nC}$  aufgeladen werden, stoßen sich die Körper ab. Berechnen Sie den Winkel  $\Theta$ , unter dem sich dabei das mechanische Gleichgewicht einstellt. In welche Richtung zeigt die resultierende Kraft im mechanischen Gleichgewicht?

*Hinweis:* Die Rechnung führt auf eine Bestimmungsgleichung für  $\Theta$ , die sich nicht algebraisch lösen lässt. Um das Ergebnis zu erhalten können Sie die Gleichung entweder numerisch oder approximativ mit den Näherungen  $\sin(\Theta) \approx \Theta$  und  $\tan(\Theta) \approx \Theta$  (für kleine  $\Theta$ ) lösen.

**Aufgabe 4:** *Ladung im Plattenkondensator*

(3 Punkte)

Betrachten Sie einen Plattenkondensator, also zwei planparallele Platten mit jeweils den Ladungen  $+Q$  und  $-Q$ , bzw. den Flächenladungsdichten  $+\sigma$  und  $-\sigma$ . Die Platten haben den Abstand  $d$  und die Länge



$l$ . In  $x$ -Richtung tritt eine (massebehaftete) Ladung  $q$  mit der Geschwindigkeit  $v_x$  in das elektrische Feld des Plattenkondensators ein.

Zeigen Sie, dass für den Ablenkwinkel  $\alpha$  des Teilchens gilt

$$\tan \alpha = -\frac{q}{m} \frac{\sigma}{\epsilon_0} \frac{l}{v_x^2}.$$