

Aufgabe 1: Elektrische Kraft und Gravitationskraft (4 Punkte)

- Vergleichen Sie die Coulomb-Kraft, die zur Abstoßung zwischen zwei Protonen führt mit der Gravitationskraft der beiden Protonen, die anziehend wirkt.
- Wie viel mal größer als die bekannte Protonenmasse müsste die Masse der Protonen sein, damit beide Kräfte sich das Gleichgewicht halten?
- Betrachten Sie nun zwei Bleikugeln von jeweils gleicher Masse, $m = 10 \text{ kg}$, die sich im Abstand r voneinander befinden. Welche gleiche Ladung q muss auf beiden Kugeln aufgebracht werden, um eine Kompensation der durch Gravitation bestehenden Anziehungskraft zwischen den Kugeln zu bewirken? Vergleichen Sie die dazu benötigte Anzahl von Ladungen mit der Anzahl von Bleiatomen pro Kugel.

Aufgabe 2: Elektrostatische Abstoßung (3 Punkte)

Zwei Kugeln mit der Masse $m = 0,5 \text{ g}$ wurden mit isolierenden Fäden von $\lambda = 0,1 \text{ m}$ Länge am gleichen Punkt aufgehängt. Sie werden gleich stark elektrostatisch aufgeladen und die Fäden bilden danach einen Winkel von 75° . Wie groß sind die Ladungen auf den Kugeln?

Aufgabe 3: Rechenübungen zum Nabla-Operator (3 Punkte)

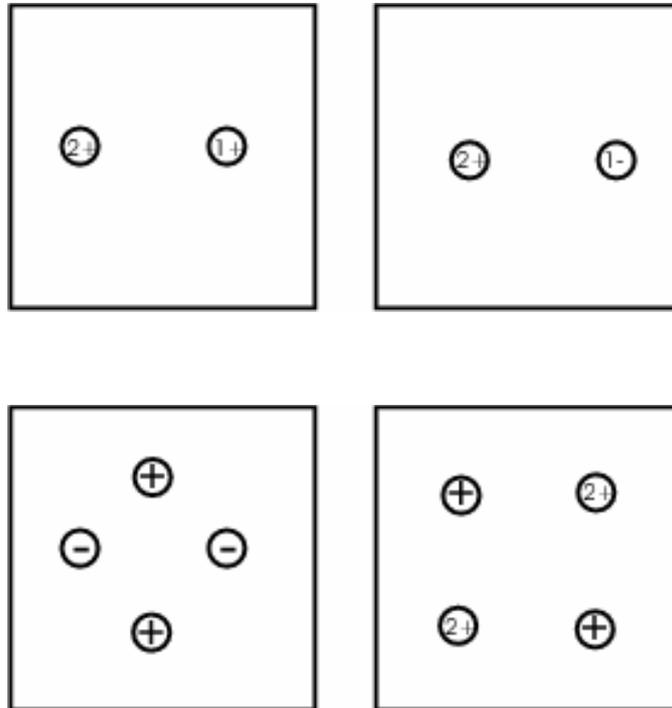
- Berechnen sie den Gradienten, $\text{grad } f$, des skalaren Feldes:

$$f(x, y, z) = \frac{30}{2 + x^2 + y^2 + z^2} = \frac{30}{2 + r^2}$$

- Das Geschwindigkeitsfeld \vec{v} einer gleichmäßig rotierenden Flüssigkeit sei gegeben durch $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega} = (0, 0, \omega)$ und $\vec{r} = (x, y, z)$. Zeigen Sie, dass dieses Vektorfeld quellenfrei ist, d.h. seine Divergenz verschwindet ($\text{div } \vec{v} = 0$).
- Berechnen Sie die Rotation des Geschwindigkeitsfeldes von \vec{v} (aus Teil b)), $\text{rot } \vec{v} = ?$

Aufgabe 4: Feldlinien (4 Punkte)

Zeichnen Sie die E-Felder ein.



Hinweis:

Entnehmen Sie die für die Rechnung benötigten Konstanten bitte der Literatur!