

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 gleichen elektrischen Ladungen und je einer Masse von $m = 0,3 \text{ kg}$ werden im Vakuum an einem Punkt mit zwei isolierten Fäden von je $l = 0,2 \text{ m}$ Länge am gleichen Punkt aufgehängt. Sie werden gleich stark elektrostatisch aufgeladen und die Fäden bilden danach einen Winkel von 45° . Wie groß sind die Ladungen auf den Kugeln?

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

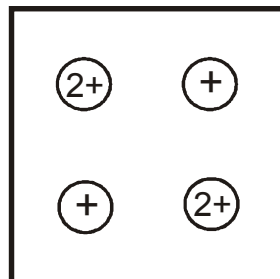
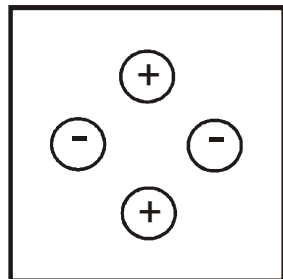
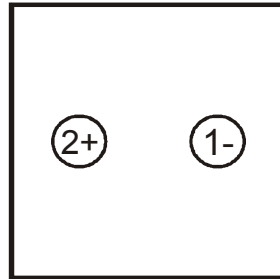
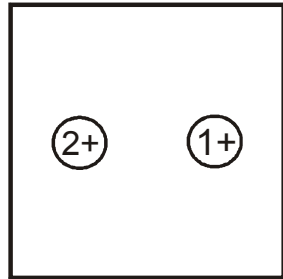
- Berechnen sie den Gradienten, $\text{grad } f$, des skalaren Feldes:

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

- 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 für folgende Punktladungen:



Hinweis:

Falls Sie zum Lösen der Aufgaben Konstanten benötigen, entnehmen Sie diese bitte der Literatur!