5. **Satz von Stokes**
Sei $\mathbf{A}$ das Vektorfeld

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 \\ z \\ -y \end{pmatrix} f(r) \qquad \text{wobei} \qquad r = |\mathbf{r}|\,. \tag{1}$$

Verifiziere den Satz von Stokes, welcher das Iinienintegral mit einem Oberflächenintegral verbindet:

$$\oint_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r} = \iint_S (\nabla \times \mathbf{A}) \cdot \mathbf{n} d\sigma \tag{2}$$

wobei S eine Kreisscheibe in der $y - z$ Ebene sei. C sei der Rand der dieser Scheibe und $\mathbf{n}$ der Normalvektor auf S.

6. **Krummlinige Koordinaten**
Bestimmen Sie die Divergenz eines beliebigen Vektorfeldes

$$\nabla \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}) \tag{3}$$

in Polarkoordinaten.

7. **Ladungsverteilung bei vorgegebenen Potential**
Gegeben sei das Potential

$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{q}{r} e^{-\alpha r} \tag{4}$$

wobei q die Ladung und α eine reelle positive Zahl ist. Welche Ladungsdichte ρ gehört zu diesem Potential? Interpretieren Sie das Ergebnis; vergleichen Sie mit der zum Potential $\phi(\mathbf{r}) = \frac{q}{r}$ gehörenden Ladungsdichte und berechnen sie die Gesamtladung.

8. **Potential einer Linienladung**

Bestimme das Potential

$$\phi(\mathbf{r}) = \int d^3r' \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}\,, \tag{5}$$

für ein homogen geladenes Stück Draht, der Länge l und Ladungsdichte λ, welches sich auf der z-Achse befindet. Also $\rho(\mathbf{r}) = \lambda\delta(x)\delta(y)$ für $-\frac{l}{2} < z < \frac{l}{2}$. Welche Form haben die Äquipotentialflächen. Betrachte auch den limes $l \to \infty$. Vergleiche mit dem Potential eines unendlich langen Drahtes, bestimmt mittels des Gauss'schen Satzes.

Hinweis: Das Problem vereinfacht sich in elliptischen Koordinaten.