**Technische Universität München** — **Theoretische Physik T70**
**Physik Department** — **B. Garbrecht, Wenyuan Ai**

# Theoretische Physik 2 (Elektrodynamik)

Wintersemester 2016/17

Abgabe bis Freitag, 28.10.16, 12:00 neben PH 3218.

**Übungsblatt Nr. 1** — Dieses Blatt wird in den Übungen vom 31.10. - 04.11.16 besprochen.

---

## Aufgabe 1:
## The symbol $\varepsilon_{ijk}$ — 3 Punkte

(a) Express $\varepsilon_{ijk}$ in terms of a determinant.
*Hint:* Use Leibniz' formula:

$$\det M = \sum_{\sigma\in S_n} \operatorname{sign}\sigma \prod_{i=1}^{3} M_{i\sigma(i)}.$$

(b) Show that

$$\varepsilon_{klm}\varepsilon_{pqn} = \begin{vmatrix} \delta_{kp} & \delta_{kq} & \delta_{kn} \\ \delta_{lp} & \delta_{lq} & \delta_{ln} \\ \delta_{mp} & \delta_{mq} & \delta_{mn} \end{vmatrix}.$$

*Hint:* Use matrix multiplication.
(c) Show that $\varepsilon_{klm}\varepsilon_{pqm} = \delta_{kp}\delta_{lq} - \delta_{kq}\delta_{lp}$.
*Hint:* Recall the Laplace's formula

$$\det M = \sum_{j=1}^{3} (-1)^{i+j} M_{ij} \det \overline{M}_{ij},$$

where $\overline{M}_{ij}$ is the matrix $M$ with line $i$ and column $j$ deleted.

## Aufgabe 2:
## Vector analysis — 3 Punkte

Let $\mathbf{M}$ be a constant vector. Show that

$$\nabla \times \left(\frac{\mathbf{M}\times\mathbf{x}}{|\mathbf{x}|^3}\right) = \frac{8\pi}{3}\mathbf{M}\delta^3(\mathbf{x}) - \frac{\mathbf{M}}{|\mathbf{x}|^3} + \frac{3\mathbf{M}\cdot\mathbf{x}}{|\mathbf{x}|^5}\mathbf{x}.$$

## Aufgabe 3:
## Cauchy principal value — 2 Punkte

(a) Show that

$$\lim_{\epsilon\to 0} \frac{\epsilon}{(x-a)^2+\epsilon^2} = \pi\delta(x-a).$$

(b) Show that under the integral $\int_{-\infty}^{\infty} dx$

$$\lim_{\epsilon \to 0^+} \frac{1}{(x-a) \mp i\epsilon} = \pm i\pi\delta(x-a) + \mathcal{P}\frac{1}{x-a},$$

where $\mathcal{P}(...)$ is the Cauchy principal value.

**Aufgabe 4:**
**Vector analysis and Gauß theorem** **2 Punkte**

Show that

$$\int_V d^3x\, \mathbf{u}(\mathbf{x}) \cdot (\nabla \times \mathbf{v}(\mathbf{x})) = \int_V d^3x\, \mathbf{v}(\mathbf{x}) \cdot (\nabla \times \mathbf{u}(\mathbf{x})) - \int_{\partial V} d\mathbf{a}\, (\mathbf{u}(\mathbf{x}) \times \mathbf{v}(\mathbf{x})).$$