

Kernpunkte der Theol-Vorlesung, WS1819:

**Mathematische Tools:**

- Integrale: Wegintegrale, Flächenintegrale, Volumenintegrale
- Nabla-operator: div, rot, grad
- Wie unterscheiden sich Skalare, Vektoren und Tensoren?
- Wie lässt sich das Vektorprodukt mit dem Levi-Civita-Tensor schreiben? Welche Vorteile hat diese Schreibweise?
- Wie beschreiben wir eine Drehung?
- Wie lautet die kleine Winkelnäherung für  $\sin x$ ,  $\cos x$ ?
- Wie nähert man  $(1 - x)^\alpha$ ?
- Wie kann man  $\dot{x}\ddot{x}$  umformen?
- Was ist ein Vierervektor?
- Was ist eine Metrik?
- Wie lautet ein kovarianter Vektor? Und ein kontravarianter Vektor?
- Wie ist das Skalarprodukt im Minkowski-Raum definiert?
- Was beschreibt eine Green'sche Funktion?
- Integralsatz von Gauss? Von Stokes?
- Variationsprinzip?

**Mechanik:**

- Was sind konservative Kräfte? Wie kann man das testen?
- Was gibt es für Erhaltungssätze? In welchen Fällen gelten die? Zu welchen Symmetrietransformationen führen sie jeweils?
- Wie berechnet man die Lagrange Gleichungen? In kartesischen Koordinaten? In Zylinderkoordinaten? In Kugelkoordinaten?
- Was ist die reduzierte Masse? In welchen Problemen wird diese Größe benutzt? Und warum?
- Wie lautet das Kepler-Problem? Welcher Erhaltungssatz wird zur Lösung benutzt?
- Was ist das effektive Potential?
- Was ist eine Bahnkurve? Wie bestimmt man diese?
- Was ist die Lagrange Funktion 2. Art?

- Wie lauten die Euler-Lagrange Gleichungen?
- Was sind generalisierte Koordinaten?
- Mathematisches Pendel? Physikalisches Pendel? Doppelpendel?
- Was ist die Lagrange Funktion 1.Art? In welchen Fällen stellt man sie auf? Auf welchem Prinzip beruhen sie?
- Wie sind Zwangskräfte definiert?
- Wie lautet die kinetische Energie eines Körpers? Die Rotationsenergie?
- Was sind die Hamilton Funktion und die Hamilton'schen Gleichungen?
- Was ist der "kanonische Impuls"? Kanonische Transformationen?
- Was ist das Halmiton'sche Prinzip? Wie folgen daraus die Lagrange Gleichungen?
- Was ist das Noether Theorem?
- Was ist die homogene Lösung einer Dgl. 2. Ordnung? Welchen Ansatz?
- Wie stellt sich heraus, ob es sich um eine Schwingung oder um eine exponentielle Lösung handelt?
- Wie viele Konstanten hat eine Dgl. 2. Ordnung? Wie werden diese festgelegt?
- Was ist die inhomogene Lösung?
- Wie bekommt man die allgemeine Lösung? Wie setzt sie sich zusammen?
- Welche Fälle von Dämpfung unterscheidet man? Was ist Resonanz?
- Wieviele Eigenfrequenzen hat ein gekoppeltes System mit 'n' Massen?
- Wieviele Eigenschwingungen hat eine Dgl. 2. Ordnung? 1. Ordnung?
- Was ist die Säkulargleichung?
- Welche Eigenschaft haben Eigenvektoren von Schwingungen, z.B. bei der schwingenden Kette?
- Was ist die Wellengleichung? Lösung der Wellengleichung?
- Woraus setzt sich die Lösung einer Wellengleichung zusammen?
- Was sind die Galilei Transformationen?
- Was ist der Minkowski Raum?
- Was ist der Lichtkegel?
- Was sind die Lorentz Transformationen? Was ist ein Boost? Welche Eigenschaften haben Lorentz Transformationen?

- Welche Größen sind lorentzinvariant?
- Wie ist die Vierergeschwindigkeit definiert?

### **Elektrodynamik:**

- Lorentzkraft? Ist sie konservativ?
- Was sind die Maxwell Gleichungen im Vakuum? In Integralform? in Differentialform? Wie hängen diese zusammen?
- Was ändert sich in Materie?
- Wie beschreibt sich ein geladenes Teilchen im elektromagn. Feld?
- Was ist der Amperesche Verkettungssatz?
- Was ist das Faraday'sche Induktionsgesetz?
- Was ist der Verschiebungsstrom?
- Welcher Erhaltungssatz liegt der Kontinuitätsgleichung zugrunde?
- Was sind die elektromagnetischen Potentiale? Warum benutzt man diese?
- Wie erhält man die Feldstärken aus den Potentialen?
- Was sind Eichtransformationen? Wie sind sie definiert? Was bedeutet Eichinvarianz?
- Was ist die Eichfunktion? Welche Gleichung erfüllt sie?
- Wann benutzt man die Coulombbeziehung? in welchen Fällen die Lorentzbeziehung? Wie sind diese definiert?
- Wie lauten die Wellengleichungen in Lorentzbeziehung? Wie in Coulombbeziehung?
- Wie lauten die Maxwellgleichungen in kovarianter Formulierung? Die Kontinuitätsgleichung? Die Wellengleichungen in welcher Eichung?
- Was ist der Energie-Impuls-Tensor?
- Was beschreibt der Poynting Vektor?
- Was ist die Green'sche Funktion der Laplacegleichung?
- Was ist die inhomogene Wellengleichung? Die homogene Wellengleichung?
- Was bedeutet die Transversalitätsbedingung?
- Was sind die retardierten Potentiale?
- Was ist das Fernfeld/Nahfeld einer oszillierenden Quelle?
- Wie ist das Dipolmoment definiert?
- Feld eines Dipols? Was ist die Dipolnäherung? Welche Strahlungscharakteristik hat der Herzsche Dipol?