Estrutura da Matéria Avançada / Astrofísica e Cosmologia

Relatividade Geral:

13

Relação entre gravidade (ou geometria) e matéria.

Relação entre gravidade e movimento.

Gravitação Newtoniana

$$\nabla^2 \phi = 4\pi G \rho$$

$$\vec{a} = -\vec{\nabla} \phi$$

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G\, T_{\mu\nu}$$

Equação de Einstein

$$\frac{DU^{\mu}}{D\tau} = 0$$

Equação da geodésica

Relatividade Geral

Cabe comentar que esta estrutura também se encontra no eletromagnetismo.

Temos as equações de campo, dadas pelas equações de Maxwell, e temos a força de Lorentz, que constitui as equações de movimento (de uma partícula teste).

Em geral, não é possível deduzir as equações de campo a partir das equações de movimento e nem o inverso, são independentes e complementares.

Cabe comentar que esta estrutura também se encontra no eletromagnetismo.

Temos as equações de campo, dadas pelas equações de Maxwell, e temos a força de Lorentz, que constitui as equações de movimento (de uma partícula teste).

Em geral, não é possível deduzir as equações de campo a partir das equações de movimento e nem o inverso, são independentes e complementares.

Apresentando as definições inerentes à eq. de Einstein

- Idealmente, deve-se primeiro estudar geometria diferencial (que inclui cálculo tensorial) antes de estudar relatividade geral. Isso facilita muito a compreensão.
- Analogamente, antes de estudar teoria eletromagnética é importante já conhecer cálculo vetorial, mas desconhecê-lo não impede de compreender vários aspectos básicos (Maxwell e Einstein desconheciam cálculo vetorial e geometria diferencial respectivamente).
- Para facilitar, vamos aqui seguir uma abordagem mais computacional e não geométrica, focando no cálculo de componentes. Semelhantemente, Maxwell escreveu as suas eqs. na forma de componentes, sem tratar explicitamente na natureza vetorial.
- Comecemos pela métrica. A métrica é uma matriz (g_{ij}) que nos informa como calcular distâncias no espaço. No espaço euclideano, usando coordenadas cartesianas, ela é a matriz identidade, ou seja, suas componentes são dadas pela delta de Kronecker:

$$ds^2 = \sum_{ij} g_{ij} dx_i dx_j = \sum_{ij} \delta_{ij} dx_i dx_j \;\; (= dx^2 + dy^2, \text{ para 2D})$$