

Glúons, confinamento e a QCD

- O problema de confinamento dos quarks ainda não foi inteiramente resolvido.
- Há fortes indícios de que a teoria da Cromodinâmica Quântica (QCD, de Quantum Chromodynamics) seja a teoria por trás das interações entre os quarks. É a QCD a teoria da força forte, como hoje entendemos a força forte.
- Tal como o nome sugere, a QCD está intimamente associada às cores. Assim como na eletrodinâmica (clássica e quântica) há uma simetria associada à conservação da carga elétrica (dado pelo grupo $U(1)$). Na QCD, que está associada a 3 cargas diferentes, a simetria relevante está associada ao grupo $SU(3)$.
- A QCD é em essência a quantização da ação de Yang-Mills com simetria $SU(3)$. As partículas oriundas da quantização do campo da força forte são os **glúons**.

Lagrangiana de Yang-Mills

- A ação do eletromagnetismo, com fontes, é baseada na seguinte lagrangeana:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{\text{field}} + \mathcal{L}_{\text{int}} = -\frac{1}{4\mu_0} F^{\alpha\beta} F_{\alpha\beta} - A_\alpha J^\alpha$$

- Acima, $F_{\alpha\beta} = \partial_\alpha A_\beta - \partial_\beta A_\alpha$. E as equações de Maxwell são dadas por $\partial_\alpha F^{\alpha\beta} = J^\beta$.

- A ação de Yang-Mills é baseada na seguinte lagrangeana:

$$\mathcal{L}_{\text{gf}} = -\frac{1}{2} \text{Tr}(F^2) = -\frac{1}{4} F^{a\mu\nu} F_{\mu\nu}^a$$

- Acima, $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu - ig[A_\mu, A_\nu]$, $A_\mu = \sum_{a=1}^3 A_\mu^a T^a$ e $[T^a, T^b] = i \sum_{c=1}^3 f^{abc} T^c$