

**Física Nuclear e de Partículas:**  
**Lista #3 - Princípio de Calibre e Diagramas de Feynman**  
**em QED**

*Prof. Tiago Nunes*

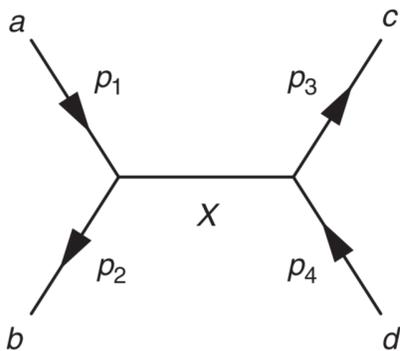
## Problema 1

- Expresse cada componente do tensor eletromagnético  $F^{\mu\nu}$  em termos dos campos elétrico e magnético.
- Mostre que a equação  $\partial_\mu F^{\mu\nu} = j_{\text{em}}^\nu$  é equivalente às equações de Maxwell  $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho_{\text{em}}$  e  $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \vec{j}_{\text{em}} + \partial \vec{E} / \partial t$ .
- Considerando a discussão sobre o princípio de calibre no eletromagnetismo clássico feita em sala, explique, de maneira sucinta, porque dizemos que o grupo de calibre do eletromagnetismo é o grupo  $U(1)$ .

## Problema 2

Utilizando o princípio de calibre, introduza a interação eletromagnética na equação de onda de Klein-Gordon. Qual a energia potencial de interação resultante?

## Problema 3



Desenhe os dois diagramas ordenados no tempo para o canal-s do processo da figura acima. Em sala, efetuamos o cálculo do propagador para o canal-t desse processo. Repita o procedimento para o canal-s e mostre que o propagador possui a mesma forma obtida naquele caso.

## Problema 4

Desenhe os dois diagramas de Feynman de ordem mais baixa para o processo de espalhamento Compton:  $\gamma + e^- \rightarrow \gamma + e^-$ .

## Problema 5

Desenhe os diagramas de Feynman de ordem mais baixa para os canais  $t$  e  $u$  do processo  $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$ . Utilizando as regras de Feynman para QED, escreva os elementos de matriz correspondentes.