

### Ejercicio 3 - Guía 7A.

$$\mathcal{L}_{\text{QED}} = \bar{\psi} (i\gamma^\mu D_\mu - m)\psi - \frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}.$$

Donde  $D_\mu = \partial_\mu + iqA_\mu$ .

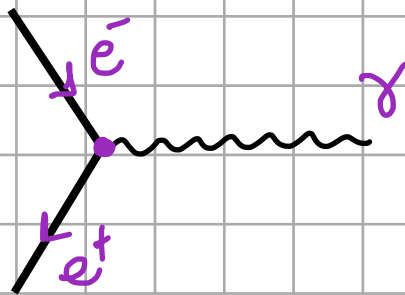
a) Para ver los vértices escribimos el lagrangiano expandiendo los términos  $D_\mu$  y  $F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$ .

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{\text{QED}} &= \bar{\psi} (i\gamma^\mu (\partial_\mu + iqA_\mu) - m)\psi - \frac{1}{4} (\partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu) (\partial^\mu A^\nu - \partial^\nu A^\mu) \\ &= \bar{\psi} (i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi - q\bar{\psi} \gamma^\mu A_\mu \psi - (\partial_\mu A_\nu \partial^\mu A^\nu - \partial_\mu A_\nu \partial^\nu A^\mu - \\ &\quad - \partial_\nu A_\mu \partial^\mu A^\nu + \partial_\nu A_\mu \partial^\nu A^\mu). \end{aligned}$$

$$= \underbrace{\bar{\psi} (i\gamma^\mu \partial_\mu - m)\psi}_{\text{campo de Dirac libre.}} - \underbrace{q\bar{\psi} \gamma^\mu A_\mu \psi}_{\text{término de interacción.}} - \underbrace{\frac{1}{2} (\partial_\mu A_\nu \partial^\mu A^\nu - \partial_\mu A_\nu \partial^\nu A^\mu)}_{\text{término cinético para } A_\mu}.$$

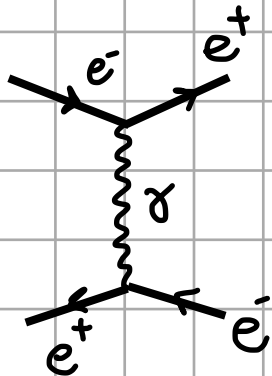
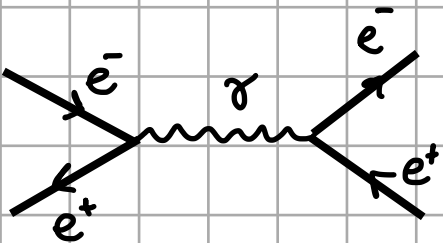
El único vértice de interacción que tenemos corresponde con el siguiente

diagrama de Feynman:

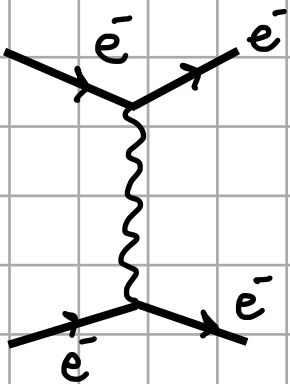


b) Diagramas a tree-level de

i)  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$



ii)  $e^-e^- \rightarrow e^-e^-$



Recordemos que "una partícula que entra = una antipartícula que sale".

c) Diagrama a orden más bajo para  $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ .

