

DIAGRAMAS DE FEYNMAN: UNA GUÍA RÁPIDA A MODO RECETA

Existen posibles confusiones a la hora de dibujar e interpretar diagramas de Feynman. Debemos tener en cuenta que hay dos etapas a la hora de dibujar un diagrama correspondiente a un proceso:

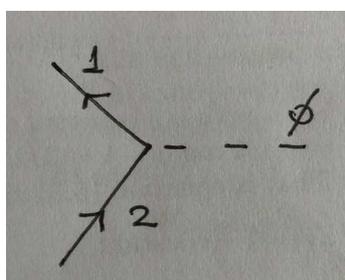
1. Dibujar diagramas elementales (vértices), correspondientes a cada término del lagrangiano. En esta fase, no tiene sentido hablar de partícula/antipartícula ni de como corre el tiempo. El dibujo que hagamos aquí debe ser entendido como una representación gráfica del término en cuestión del lagrangiano, que indica cuántos campos hay y de qué tipo.
2. Ensamblar esos dibujos elementales de forma tal de armar un diagrama más grande que tenga por patas en el extremo izquierdo/derecho a las partículas iniciales/finales del proceso. Recién en este momento cobra sentido hablar de partículas/antipartículas **pero solo** en las patas iniciales y finales. Definimos entonces,
 - Partícula:= en el sentido de la flecha temporal,
 - Antipartícula:= contraria al sentido de la flecha temporal.

Etapa 1

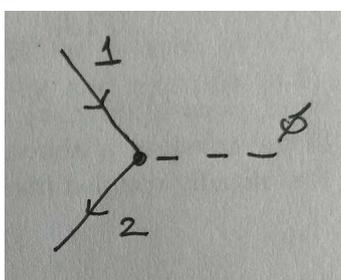
Se dibuja un punto (vértice) y:

- a) se dibuja líneas (patas) convergiendo al vértice, tantas como campos hay en el término (recordar que los términos son expresiones con productos de campos, incluyendo a sus conjugados).
- b) en cada pata hay que indicar de alguna forma qué campo representa (con alguna letra, por ejemplo, la letra que uso para ese campo. O si lo prefiere póngale nombres: Jorge, Juan, Florencia, Josefina, etc). Lo importante aquí es que usted sepa a qué campo hace referencia. O también, usando distintos trazos para las líneas (línea punteada, otra con alguna ondulación, colores, etc)
- c) Cuando el campo es complejo (es decir, su conjugado no es igual a sí mismo), se usa una flecha que apunta hacia el vértice si se trata del campo y una flecha saliente del vértice si se trata de su conjugado o techado.

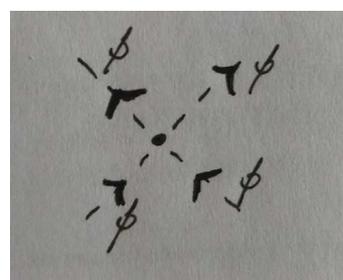
Por ejemplo (llamando '1' a Ψ_1 y '2' a Ψ_2):



(a) $\bar{\Psi}_1 \phi \Psi_2$ ($\phi \in \mathbb{R}$)



(b) $\bar{\Psi}_2 \phi \Psi_1$ ($\phi \in \mathbb{R}$)



(c) $(\phi^*)^2 \phi^2$ ($\phi \in \mathbb{C}$)

Etapa 2

Necesito que me den un proceso y me pidan calcular su amplitud para un modelo con su lagrangiano particular. En el ejemplo en que el lagrangiano tenga los términos (a) y (b), considere el proceso:

$$1 + \bar{2} \rightarrow \bar{1} + 2$$

Esto es: al principio (a la izquierda), teníamos la partícula asociada al campo 1 y la antipartícula asociada al campo 2.

Observación 1: acá sí usamos la barra para denotar antipartícula (es una convención usual que no podemos ignorar, pero no debe confundirse con techar el campo. Ver Observación 2).

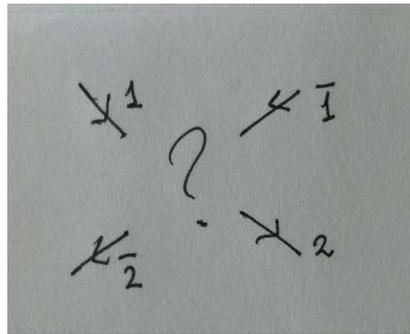
Cómo armamos el diagrama? Debemos tener dos patas iniciales, dibujadas también a la izquierda. Una pata debe dirigirse en el sentido del tiempo (izquierda a derecha) para representar una partícula, y la

otra en contra para representar una antipartícula. De modo que debería usted dibujar estas dos líneas en el extremo izquierdo: $\rightarrow 1$, $\leftarrow \bar{2}$. Note que aquí le hemos puesto un nombre a la pata para indicar de qué tipo de partícula se trata, incluyendo su carácter de partícula/antipartícula (!). Habitualmente, no ponemos números sino que contamos con ciertas letras como e, u, τ .

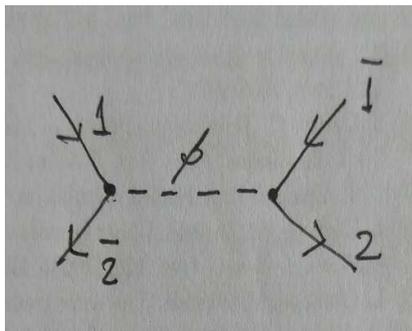
Para el estado final, debemos dibujar estas dos flechas: $\leftarrow \bar{1}$, $\rightarrow 2$.

Observación 2: Aquí notar que el el campo 1 es **no techado** ya que la flecha entra al vértice, sin embargo se escribe un techo que denota que es antipartícula (ya que la flecha es contraria al tiempo). Al contrario, el campo 2 es techado, sin embargo denota una partícula. Esta observación es para evidenciar que un campo techado y un techo en un diagrama son cosas distintas.

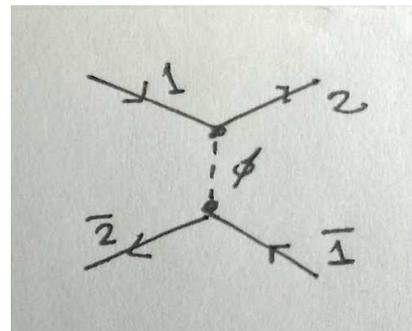
De modo que tenemos por ahora este problema: ensamblar los vértices (a) y (b) de modo que llenen el vacío que queda en el siguiente esquema:



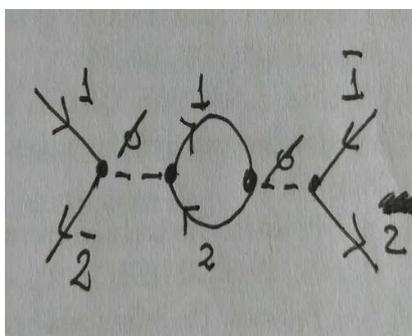
Ahora, *debemos ensamblar los vértices permitidos* de modo que esos pares de líneas se conecten. Hay muchas formas de hacerlo. Cada dibujo representa una contribución a la amplitud de probabilidad. por ejemplo:



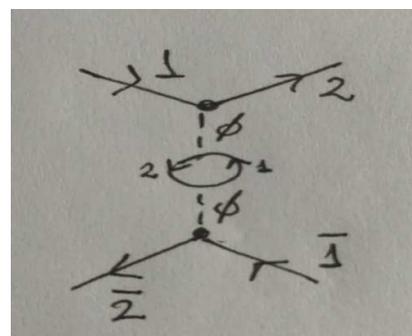
(a) Una contribución a 'nivel árbol'



(b) Otra contribución a 'nivel árbol'



(c) Una contribución a '1 loop'



(d) Otra contribución a '1 loop'