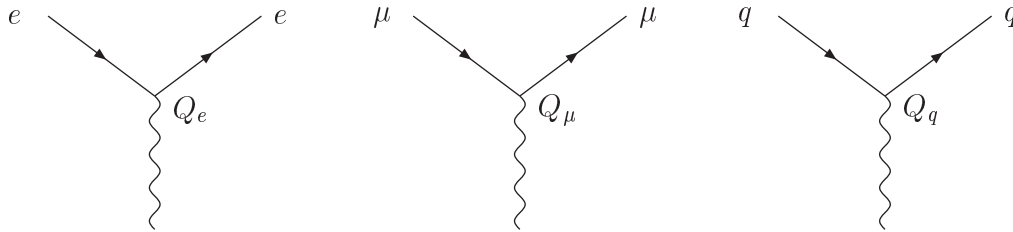


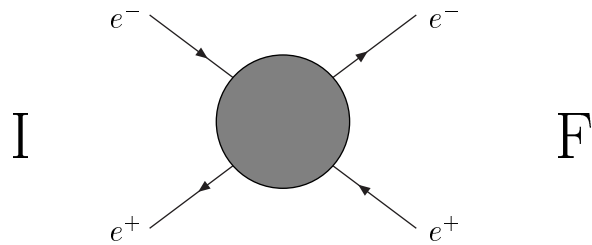
QED e diagrammi di Feynman

Le interazioni fra fotoni e fermioni carichi possono essere descritte dai diagrammi di Feynman che si costruiscono a partire da un solo tipo fondamentale di vertice. La costante d'accoppiamento Q è la carica della particella:



- I processi possibili sono quelli che si ottengono unendo fra di loro vertici diversi. I vertici si possono unire solo congiungendo linee che descrivono lo stesso tipo di particella (fotone con fotone, elettrone con elettrone, muone con muone e così via). Quando si congiungono due segmenti fermionici di vertici diversi il verso della linea deve essere mantenuto. Di conseguenza ciascuna linea fermionica ha un verso definito lungo tutta la sua lunghezza qualunque sia il numero di vertici che la compongono.
- Ad ogni vertice è associata una costante di accoppiamento, che nel caso della elettrodinamica quantistica è la carica elettrica della particella.
- Ad ogni diagramma è associata una funzione complessa degli impulsi iniziali e finali che è moltiplicata per il prodotto delle costanti di accoppiamento di ciascun vertice che lo compone.
- Se per un dato processo esistono più diagrammi l'ampiezza di probabilità è la somma delle funzioni complesse ad essi associate.
- La probabilità del processo è proporzionale al modulo quadro dell'ampiezza.

- La costante di accoppiamento deve essere piccola perchè la teoria abbia senso. I diagrammi che descrivono un dato insieme di particelle iniziali e finali possono essere classificati in base al numero di vertici. Quelli con il numero minimo di vertici descrivono le caratteristiche fondamentali del processo mentre i diagrammi con un numero maggiore di vertici rappresentano correzioni di importanza decrescente con il numero di vertici.
- In ogni vertice il quadrimpulso (energia e vettore impulso) relativistico si conserva.
- Le particelle esterne dei diagrammi hanno un quadrimpulso tale che $E^2 - p_x^2 - p_y^2 - p_z^2 = m^2$ dove E, p_x, p_y, p_z, m sono l'energia, le tre componenti dell'impulso e la massa della particella. In genere il quadrato dei quadrimpulsi delle linee interne (che si ricavano per conservazione da quelli delle linee esterne nei diagrammi più semplici) non corrispondono alla massa di alcuna particella reale.
- Linee fermioniche corrispondenti alle particelle iniziali ed entranti nel diagramma oppure corrispondenti a particelle finali ed uscenti dal diagramma rappresentano particelle. Linee fermioniche corrispondenti alle particelle iniziali ed uscenti dal diagramma oppure corrispondenti a particelle finali ed entranti nel diagramma rappresentano antiparticelle.



Si possono sempre unire due vertici elettromagnetici congiungendo le linee fotoniche:

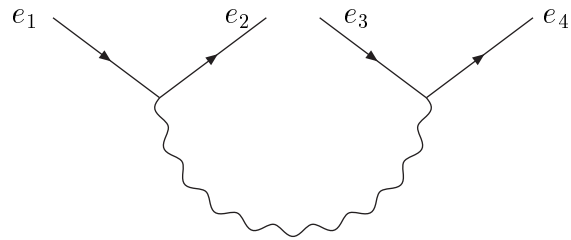


Figure 1: Deve essere $e_1 = e_2$ e $e_3 = e_4$ ma e_1 e e_3 possono essere particelle di tipo diverso.

Si possono invece unire congiungendo linee fermioniche se i fermioni sono gli stessi:

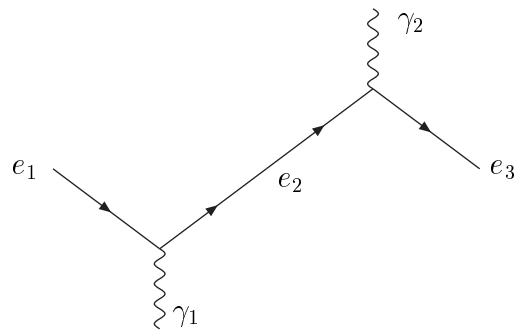


Figure 2: Deve essere $e_1 = e_2 = e_3$.

Assegnando particelle diverse allo stato iniziale lo stesso diagramma fondamentale rappresenta processi diversi:

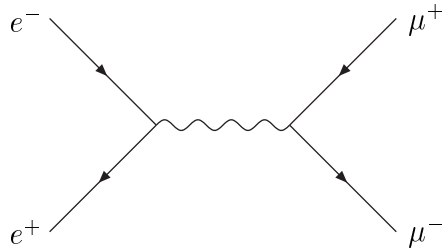


Figure 3: $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$: e_1, e_2 elettroni nello stato iniziale e_3, e_4 muoni nello stato finale.

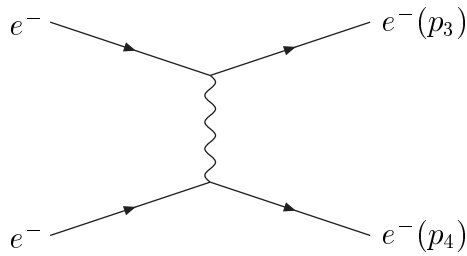


Figure 4: Uno dei diagrammi che contribuisce a $e^-(p_1)e^-(p_2) \rightarrow e^-(p_3)e^-(p_4)$: e_1, e_3 elettroni nello stato iniziale e_2, e_4 elettroni nello stato finale. Il secondo diagramma si ottiene scambiando p_3 con p_4 .

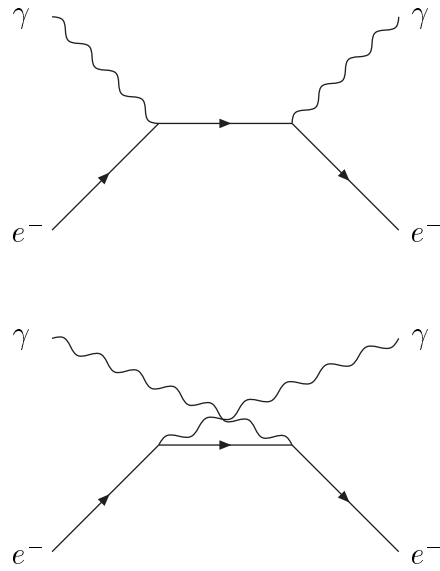


Figure 5: $e^- \gamma \rightarrow e^- \gamma$ (Scattering Compton): $e_1, \gamma_{1(2)}$ nello stato iniziale $e_3, \gamma_{2(1)}$ nello stato finale.