
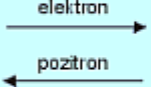



Feynmanovy diagramy

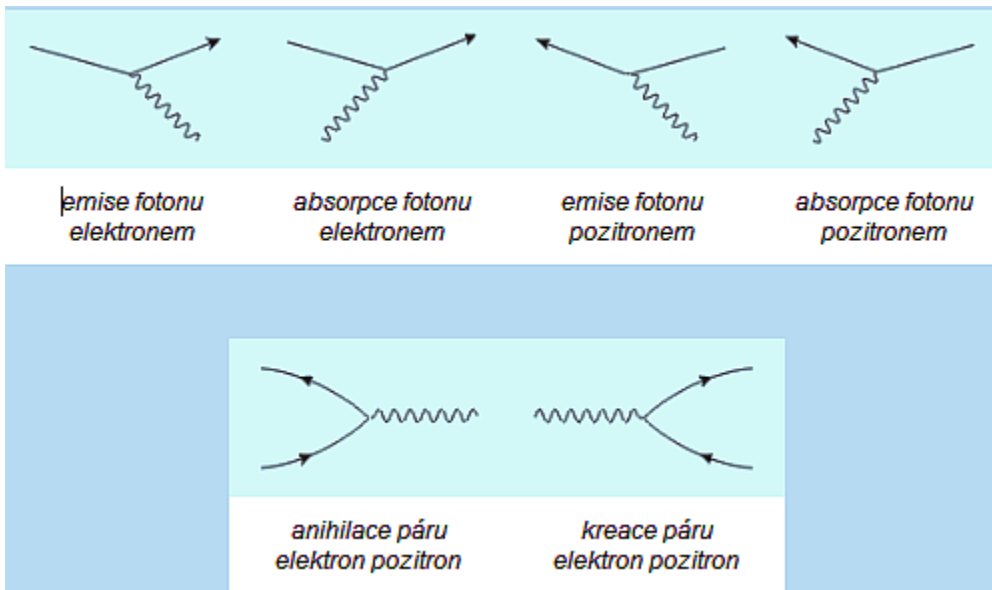
Fyzikální grafická metoda vytvořená R. Feynmanem k popisu mechanismu interakcí elementárních částic. Metoda těchto diagramů dává jednak intuitivní představu o průběhu procesu interakce, jednak dává efektivní návod pro matematický výpočet fyzikálních charakteristik rozptylových a anihilačních procesů (pravděpodobnost přechodu a účinný průřez) v rámci kvantové teorie pole. Každá linie Feynmanova diagramu představuje částici a každý vrchol interakci; struktura vrcholu je přitom charakteristická pro daný model kvantové teorie pole. Tato technika byla poprvé použita při moderní formulaci kvantové elektrodynamiky pro popis interakcí elektronů, pozitronů a fotonů a později se stala univerzálním teoretickým nástrojem kvantové fyziky.

Feynmanovy diagramy

Feynmanovy diagramy jsou zástupné grafické zkratky pro jednotlivé členy rozvoje rovnic kvantové teorie elektromagnetického pole do řady. Každému diagramu odpovídá konkrétní matematický výraz a pro sestavování diagramů platí jednoduchá pravidla.

	<p>Základním diagramem elektromagnetické interakce je diagram s jednou elektronovou linií (libovolné generace), jednou fotonovou linií a jedním vrcholem. Tento diagram můžeme libovolně spojitě deformovat a skládáme z něho elektromagnetické děje.</p>
	<p>Veškeré částice se ve Feynmanových diagramech pohybují <i>doprava</i>. Šipky na liniích neznamenají pohyb, ale rozlišují mezi částicemi a antičásticemi. Šipka doprava znamená částici (zde elektron) a šipka doleva antičástici (zde pozitron).</p>
	<p>Do interakční oblasti mohou vcházet libovolné částice. Napravo vylétávají částice po interakci. Najdeme-li jakýkoli způsob pospojování částic Feynmanovými diagramy, našli jsme jeden možný kanál reakce.</p>

Základní diagram elektromagnetické interakce lze interpretovat šesti způsoby:



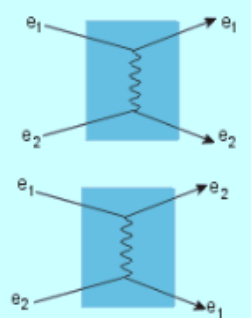
Typické elektromagnetické procesy

Počet vrcholů diagramu odpovídá pořadí v odpovídající řadě a amplituda pravděpodobnosti dějů s každým dalším vrcholem klesá v poměru, který nazýváme *konstanta jemné struktury*:

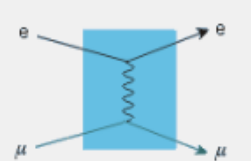
$$\alpha = e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c \sim 1/137.$$

Jedině linie s volnými konci jsou skutečné částice, které lze registrovat v našich přístrojích. Linie, které začínají a končí ve vrcholu odpovídají tzv. virtuálním částicím, které nesplňují Heisenbergovy relace neurčitosti. Tyto částice nikdy nemůžeme registrovat v přístrojích (nemají volné konce linií), jde například o intermediální (polní) částice.

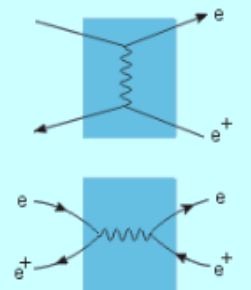
Uvedme některé jednoduché Feynmanovy diagramy:



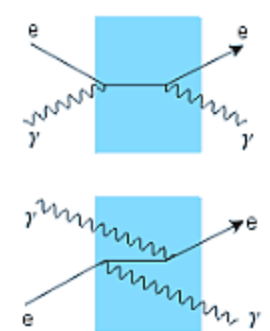
$e + e \rightarrow e + e$
(Coulombův zákon)
Dva základní kanály reakce, jde o diagramy druhého řádu se dvěma vrcholy. Modrá oblast je „černá skříňka“ – oblast interakce. Běžně se v diagramech neoznačuje. Odpovídající příspěvek k účinnému průřezu reakce spočítal v roce 1932 [Christian Møller](#) (1904–1980) bez pomoci Feynmanových diagramů.



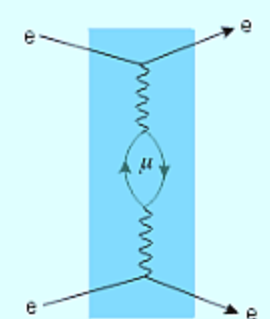
$e + \mu \rightarrow e + \mu$
(elektron-mion)
Na rozdíl od interakce dvou elektronů zde existuje jediný diagram 2. řádu. Mion jako těžká forma elektronu byl objeven v roce 1936.




$e + e^+ \rightarrow e + e^+$
(elektron pozitronový rozptyl)
Dva základní kanály reakce v druhém řádu Feynmanových diagramů. Odpovídající příspěvek k účinnému průřezu reakce spočítal v roce 1935 [Homi Jehangir Bhabha](#) (1909–1966) bez pomoci Feynmanových diagramů.



$e + \gamma \rightarrow e + \gamma$ (elektron-foton)
Comptonův rozptyl
Dva základní kanály reakce v druhém řádu Feynmanových diagramů.



Anomální magnetický moment elektronu.



Vakuový diagram.




Diagram polarizace vakua.




Diagram vlastní hmotnosti elektronu.