

ELEMENTAR ZARRALARNING O‘ZARO TA’SIRINI TAVSIFLASHDA FEYMAN DIAGRAMMALARI VA ULARNI TAHLIL QILISH. FEYMAN DIAGRAMMALARINING O‘QITISHDAGI O‘RNI

Yusupov Mirjalol Norim o‘g‘li

Sharof Rashidov nomidagi SamDU

Muhandislik fizikasi instituti assistent

ymirjalol@bk.ru

O‘rolova Madina Nurbek qizi

Sharof Rashidov nomidagi SamDU

Muhandislik fizikasi instituti 2-bosqich talabasi

madinaorolova3@gmail.com

ANNOTATSIYA

Tabiatda mavjud bo‘lgan to‘rt turdagi fundamental (gravitatsion, elektromagnit, kuchli va kuchsiz) o‘zaro ta’sirlarni tushunish elementar zarralarning standart modeliga ko‘ra birmuncha oson bo‘lsada, zarralarda ro‘y beradigan turli reaksiyalarning vaqt va fazoda tasavvur etish murakkabdir. Feynman diagrammalari zarrachalarning o‘zaro ta’sirini tavsiflovchi asosiy matematik ifodalarning tasviridir. Qolaversa, Feynman diagrammasidan foydalanish orqali mavjud jarayonning matematik ifodasini yaratish mumkindir. Ushbu maqolada Feynman diagrammalarini yaratish qoidalari va tahlil qilish usuli keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Feynman diagrammasi, kvark, lepton, mezon, tugun, antizarra, annigilatsiya, foton, bozon.

ABSTRACT

Although it is somewhat easier to understand the four types of fundamental (gravitational, electromagnetic, strong and weak) interactions that exist in nature according to the standard model of elementary particles, the time and imagining in space is complicated. Feynman diagrams are representations of basic mathematical expressions that describe the interactions of particles. In addition, it is possible to create a mathematical representation of the existing process by using a Feynman diagram. This article presents the rules for creating and analyzing Feynman diagrams.

Keywords: Feynman diagram, quark, lepton, meson, antiparticle, annihilation, photon, boson.

KIRISH

Gravitatsion va elektromagnit o‘zaro ta’sirlar qatorida kuchli va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarni tushunish va tahlil eta olish yadro va elementar zarralar fizikasining muhim qismi sanaladi. Elementar zarralar, mezonlar, barionlar orasida boradigan turli

reaksiyalarni saqlanish qonunlari (elektr zaryadi, energiya, impuls, impuls momenti, izospin, juftlik, barion va lepton zaryadi va hokozo)ni bilgan holda reaksiyalarni yozish va bu reaksiyalarni kvark nuqtai nazardan analitik usulda tushuntirish bir qadar murakkabliklarga olib keladi. Shu sababli Feynman diagrammalaridan samarali foydalanish reaksiyalarning tushunarli bo'lishi bilan birga ko'rgazmali bo'lishiga ham olib keladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Elementar zarralar ikki turga ajratiladi “kuch” va (shu kuchni tashiluvchi) “materiya”. Standart model (SM) – bu elementar zarralarning shunday modeliki, bu modelda zarralar sinflanishi bilan birga to'rtta fundamental o'zaro ta'sirdan uchtasini (gravitatsin o'zaro ta'sirdan tashqari) birlashtiruvchi modeldir. SMga ko'ra “materiya”ning barcha elementar zarralari - fermionlar va (kuch tashuvchi) bozonlardir. [3]

1-jadval

O'zaro kuchi	ta'sir nazariyasi nomi	Ta'sirni zarra	tashuvchi	Spin	Massa
Kuchli	Xromodinamika	Gluon		1	0
Elektromagnit	Elektrodinamika	Foton		1	0
Kuchsiz	Glashov-Veinberg Salam nazariysi	$W^{\pm}$ va Z bozonlar		1	(80.4 GeV) (91.2 GeV)
Gravitatsion	Umumiy nisbiylik nazariyasi	Graviton		2	0

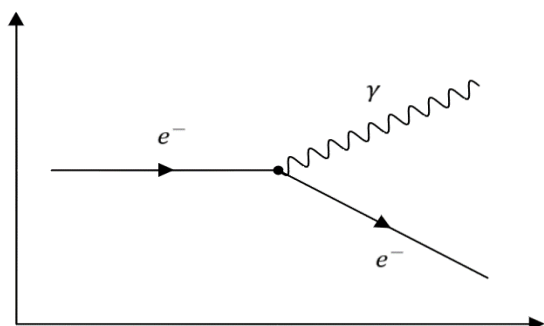
Feynman diagrammalari ikki yo'nalishli (fazo va vaqt) diagrammalar hisoblanadi. Ushbu diagrammlarning asosiy elementlari quyidagilardan iborat: tugun (nuqta bilan belgilanib, zarra va bozon ta'sirning birlashish nuqtasi), tugunga kiruvchi fermion kiruvchi strelka bilan, tugunga kiruvchi anti fermion esa tugundan chiquvchi strelka bilan belgilanadi. Sodda fizik jarayonlar va ularga mos Feynman diagrammalarini tahlil qilib ko'raylik.

NATIJA VA MUHOKAMALAR

Shuni ta'kidlash joizki, feyman diagrammalarining qo'llanilishi va sohalari atom va yadro fizikasi, elementar zarralar fizikasidagi juda ko'plab effekt va jarayonlarning ko'rgazmali tasvirini berishning sodda usullaridan biri bo'lganligi sababli, ta'limning har qanday bosqichidagi o'rganuchi uchun jaraynni oson tushunish zaminini ham yaratadi. Bu esa feyman diagrammalarining metodologik jihatlarini ochib beradi. Biz quyida elementar zarralar orasida ro'y berishi mumkin

bo'lan bir nechta reaksiyalarni va ularga mos keluvchi Feynman diagrammalari ssenariylari bilan tanishib chiqamiz.

1. $e^- = e^- + \gamma$

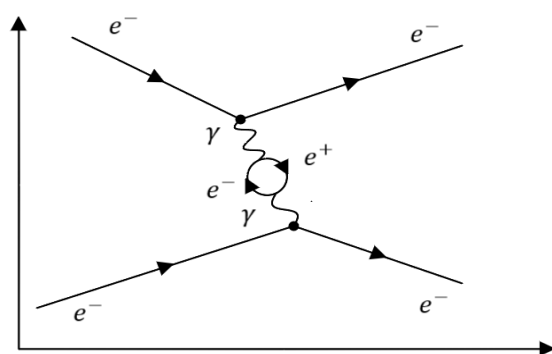


vaqt

Ushbu masalani quyidagicha tahlil etish mumkin: fazoning bir nuqtasidagi elektron o'zidan ma'lum energiyali fotonni chiqarib, yana harakatida davom etadi. Bu jarayonda energiya ham saqlanish qonuni bajarilishi lozim,

shu sababdan ular tugun(·)dan turli yo'nalishlarda sochiladi (Izoh: agarda xuddi shu jarayon elektron emas balki pozitron (anti elektron)da ro'y berganda faqatgina diagrammadagi strelkalar qarama-qarshisiga o'zgargan bo'lar edi).

2. $e^- = e^- + \gamma; e^- + e^+ = \gamma$

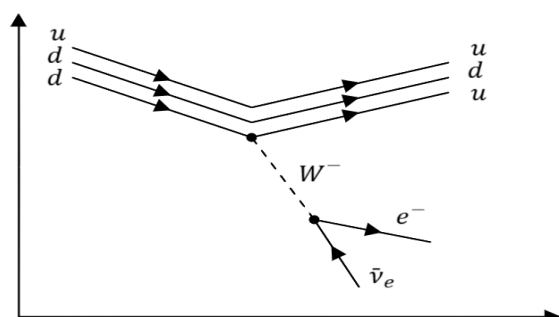


vaqt

Bu diagramma 1-masaladagi diagrammadan biroz murakkab bo'lib, ikkita elektron o'z ichiga oladi. 1-holatda elektron ikkinchi elektronga foton yuborib o'z energiyasini berayotgan bo'lsa, 2-holatda esa, dastlab, ikki tugun orasida foton elektron-pozitron juftini hosil qilib (annihilatsiya), yana fotonga

aylanib ikkinchi elektronda yutilganligini kuzatish mumkin. Diagrammadan shuni kuzatish mumkinki, fazoda yuqorida joylashgan elektron vaqt nuqtai nazaridan pastdagi elektronga energiya uzatmoqda.

3. $n = p + e^- + \bar{\nu}_e$



vaqt

Biz neytronning yadroda nostabil bo'lganligini va vaqt o'tish bilan (~ 15min) parchalanishi hamda proton elektron va elektron-antineytrinosi chiqishidan iboratini ko'rdormiz [1]. Bu analitik reaksiyani rasmdagi kabi ko'rinishda tasvirlash

mumkin (rasmga qarang). Biz tushunarli bo'lishi uchun neytronning va protonning kvark strukturasi keltirdik. neytron $n(udd)$ va proton $p(uud)$ kvark strukturaga egadir [2]. Tahlilda shunga e'tibor qaratish lozimki, kuchsiz o'zaro ta'sirning tashuvchisi hisoblangan W^+, W^- bozonlardan qay birining reaksiyada ishtirok etishi bu undan hosil bo'layotgan leptonlarning zaryadiga bevosita bog'liqdir, ya'ni

$$\begin{cases} W^+ = e^+ + \nu_e \\ W^- = e^- + \bar{\nu}_e \end{cases}$$

Yuqoridagi tengliklar umumiy ma'noda kvark va antikvark juftlik uchun ham o'rinli bo'ladi. Ushbu masala tipdagi masalalarga quyidagi reaksiyani ham misol sifatida keltirish mumkin:

$$K^0 = \pi^- + \mu^+ + \nu_\mu.$$

XULOSA

Xulosa o'rnida aytilish mumkinki, Venn diagrammalari matematik to'plamlarni tushuntirishda qanchalik muhi bo'sa, Feynman diagrammlari ham elementar zarralar va ularda bo'ladigan reaksiyalarni tushuntirishda shunchalik muhim hisoblanadi. SM ga ko'ra mavjud zarralar va ularda boradigan jarayonlarning matematik tenglamalarini yaratish avvalida, mavjud reaksiyaga to'g'ri keluvchi diagramma ssenariylarini yaratish matematik ifodani yaratishga bir qadar yordam beradi. Qolaversa, elementar zarralar fizikasi fanini o'qitishda faqat analitik tenglamalardan foydalanish o'rganuvchini bir qator qiyinchiliklarga olib keladi, zero yuqoridagi kabi tahlillarni o'tkazish orqali fan yanada tushunarli va sodda holatga keladi.

Feynman diagrammalarini yaratishda keng omma uchun ochiq bir qator virtual dasturlardan ham foydalanish mumkin. Bu kabi dasturlarga aidansea.com hamda feynman.aivazis.com ni misol qilish mumkin.

REFERENCES

1. Michael F. L'Annunziata, in Radioactivity (Second Edition), 2016
2. Ágnes Cziráki. Structure of the Quarks and a New Model of Protons and Neutrons: Answer to Some Open Questions. Natural Science Vol.15 No.1, January 19, 2023. DOI: [10.4236/ns.2023.151002](https://doi.org/10.4236/ns.2023.151002)
3. https://www.researchgate.net/publication/339645232_Feynman_diagrams_of_the_standard_model_MSc_Graduate_Seminar_Phys_693
4. A.Das, T.Ferbel. Introduction to Nuclear and Particle Physics, Second edition.
5. <https://feynman.aivazis.com>
6. www.aidansea.com