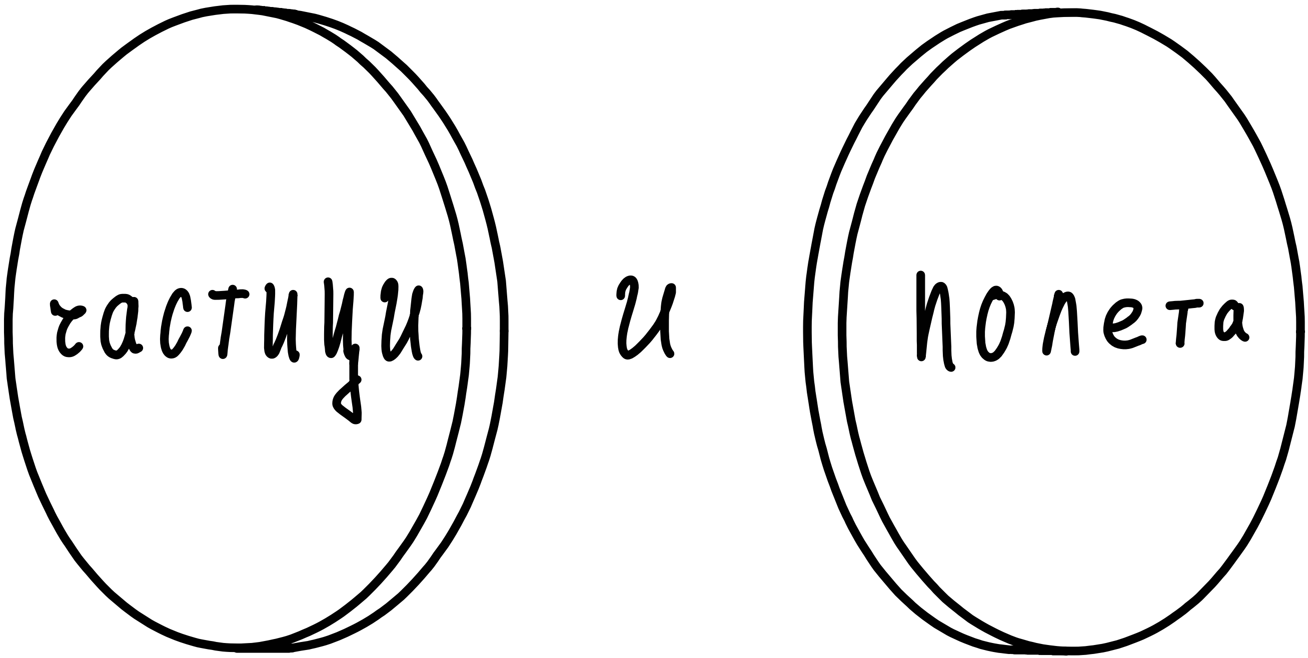
Елементарни ли са елементарните частици: вертексни алгебри в К.Т.П.

Николай М. Николов

nikolov.qft@gmail.com


частици
и
полета

частици / полета

Частица е

състояние

на системата, което

е собствено за

$$\hat{M}^2 := \hat{P}_0^2 - \hat{P}_1^2 - \hat{P}_2^2 - \hat{P}_3^3$$

полета

Частица е **състояние** на системата, което е собствено за

$$\hat{M}^2 := \hat{P}_0^2 - \hat{P}_1^2 - \hat{P}_2^2 - \hat{P}_3^3$$

Поле е съвкупност от **наблюдаеми** величини съпоставени на събитията в пространство-времето

Частица е

състояние

$$|(p_\mu); \ldots\rangle$$

4-импулси

вътр. кв. числа

Поле е

съвкупност от

наблюдаеми

величини съпоставени

на събитията в

пространство-времето

Частица е

състояние

$$\hat{M}^2 \,|\, (p_\mu); \cdots \rangle = m^2 \,|\, (p_\mu); \cdots \rangle$$

Поле е съвкупност от

наблюдаеми

величини съпоставени

на събитията в

пространство-времето

Частица е

състояние ...

- глобално ("антилокално") определение

Поле е съвкупност от **наблюдаеми** величини съпоставени на събитията в пространство-времето

Частица е

състояние ...

- глобално („антилокално") определение
- няма общо („над-моделно") понятие за n частици

Поле е съвкупност от **наблюдаеми** величини съпоставени на събитията в пространство-времето

Частица е

състояние ...

- глобално ("антилокално") определение
- няма общо ("над-моделно") понятие за n частици

Поле е съвкупност от

наблюдаеми

$$\phi(x_\mu)$$

координати на събитие

Частица е

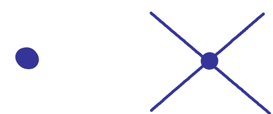
състояние ...

- глобално ("антилокално") определение
- няма общо ("над-моделно") понятие за n частици

Поле е съвкупност от

наблюдаеми

$$O = [\phi(x_\mu), \phi(y_\nu)]$$



Частица е

състояние ...

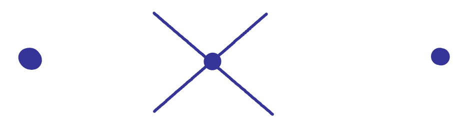
- глобално ("антилокално") определение
- няма общо ("над-моделно") понятие за n частици

Поле е

локални

наблюдаеми

$$O = [\phi(x_\mu), \phi(y_\nu)]$$



Частица е

състояние

$$|(p_\mu); \ldots\rangle$$

4-импулси

вътр. кв. числа

Поле е

съвкупност от

наблюдаеми

$$\phi(x_\mu)$$

координати на събитие

Частица $\longleftrightarrow$ Поле

$$|(p_\mu)\rangle \underset{\substack{\text{Фурие} \\ p \to x}}{=} \phi(x_\mu)\,|\text{вакуум}\rangle$$

Частица $\longleftrightarrow$ Поле

$$|(p_\mu)\rangle \underset{\substack{\text{Фурие} \\ p \to x}}{=} \phi(x_\mu)\,|\text{вакуум}\rangle$$

in / out ...

Частица $\longleftrightarrow$ Поле

$$|(p_\mu)\rangle \underset{\substack{\text{Фурие}\\ p \to x}}{=} \phi(x_\mu)\,|\text{вакуум}\rangle$$

State - field correspondence

соответствие:

полета $\to$ состояния

$$\phi \mapsto \phi|\text{вакуум}\rangle$$

State-field correspondence

съответствие:

полета $\to$ състояния

$$\phi \mapsto \phi\,|\text{вакуум}\rangle$$

- инективно

(различни полета $\Rightarrow$ различни състояния)

State-field correspondence

съответствие:

полета → състояния

$$\phi \mapsto \phi\,|\text{вакуум}\rangle$$

- инективно

(различни полета ⇒ различни състояния)

- образът е навсякъде гъсто пространство

(локалните полета са много повече от частиците)

Композитни (съставни) полета

- класически, това са функции от полетата и техните производни в една точка – локални функции

$$F(\phi(x), \partial\phi(x), \dots, \partial^n\phi(x))$$

Композитни (съставни) полета

Например в класическата електродинамика:

$$u = \frac{\varepsilon_0}{2}\vec{E}^2 + \frac{1}{2\mu_0}\vec{B}^2$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E} \times \vec{B}$$

Композитни (съставни) полета

- класически се пораждат от
  - суми (лин. комбинации) в точка

$$\phi_1(x) + \phi_2(x)$$

  - прилагане на производни : $\partial \phi(x)$
  - произведения в точка

$$\phi_1(x) \cdot \phi_2(x)$$

Композитни (съставни) полета

- класически се пораждат от

$$\phi_1(x_1)\cdot\phi_2(x_2)$$

$$= \phi_1(x_1)\cdot\phi_2(x_1)$$

$$+ \phi_1(x_1)\cdot\partial\phi_2(x_1)\,(x_2-x_1)$$

$$+ \dots$$

Композитни (съставни) полета

– на квантово ниво

$$\phi_1(x_1)\cdot\phi_2(x_2)$$

$$= \phi_1(x_1) \cdot_{-n} \phi_2(x_1)\,(x_2 - x_1)^{-n}$$

$$+ \cdots \xrightarrow{\hbar \to 0} 0$$

$$+ :\phi_1(x_1)\cdot\phi_2(x_1): + \cdots$$

Композитни (съставни) полета

– на квантово ниво

Обединението в единна структура на регулярните и сингулярните полеви произведения се нарича **вертексна алгебра** (N., CMP 2005)

Предистория на вертексните алгебри:

- Развитията на операторни (-полеви) произведения като теоретичен метод – Wilson (1964; Nobel prize – 1982)
- Borcherds (1986; Fields medal – 1998)

Приложения в К.Т.П. и Ф.Е.Ч.

- методи за пресмятане на амплитуди на разсейване (напр., в QCD ...)
- за конструиране и класификация на модели на К.Т.П. (в 2D)

От теоретична гледна точка вертексните алгебри предлагат нов начин за задаване на К.Т.П. моделите без разделяне на полетата (респ., частиците) на фундаментални (пораждащи) и композитни (съставни).

nikolov.qft@gmail.com