# Привет! Почему некоторые кварки называются ОЧАРОВАННЫМИ?

#### Привет! Отличный вопрос!

Некоторые кварки называются **очарованными** (или «чарм-кварками») по историческим причинам, связанным с открытием и теоретическим развитием кварковой модели.

#### Почему именно «очарованные»?

Название «чарм» (англ. charm) появилось в 1970-х годах. Вот основные причины:

#### 🔔 1. Исторический контекст

В начале 1970-х физики предсказали существование четвёртого кварка, чтобы объяснить некоторые аномалии в распадах частиц. Уже существовали:

- **u** (up верхний)
- d (down нижний)
- s (strange странный)

Для того чтобы теория электрослабого взаимодействия (Стандартная модель) была логически согласованной, понадобился ещё один кварк — **четвёртый**, образующий пару с «странным» кварком (s). Так появился **charm-кварк (c)**.

#### 

Физики (в частности, Шелдон Глэшоу и Джеймс Бьёркен) выбрали слово **charm** («очарование»), чтобы сохранить традицию «странных» названий (strange) и в то же время подчеркнуть, что этот кварк добавляет «симметрию» и делает теорию более элегантной. Можно сказать, что **введение charm-кварка** «очаровало» теоретиков, позволив объяснить закономерности в распадах частиц.

#### 3. Подтверждение экспериментально

В 1974 году был обнаружен новый мезон — **Ј/ψ-мезон**, содержащий charm и антиcharm кварки. Это стало настоящей научной сенсацией — её даже назвали **«революцией ноября»**.

#### Кратко: откуда названия кварков?

Кварк	Название (англ.)	Перевод	Причина названия
u	up	верхний	Просто обозначение «вверх»
d	down	нижний	Просто обозначение «вниз»
S	strange	странный	Из-за «странного» поведения в распадах
C	charm	очарованный	Теоретическая симметрия, звучное имя
Ь	bottom (или beauty)	нижний / красивый	Иногда переводят как «красивый»
t	top (или truth)	верхний / истина	Иногда — «истина», чтобы сохранить тему

Если хочешь — могу показать, как charm-кварки участвуют в реальных реакциях или как они влияют на состав частиц (например, D-мезонов).

Пожалуйста покажите

Конечно! Давайте посмотрим, как **очарованные кварки (charm)** участвуют в составе частиц и в физических процессах.

#### ▶ 1. Состав частиц с сharm-кварком

Частицы, содержащие **charm-кварк**, называются **D-мезоны** и **очарованные барионы**.

▶ Примеры D-мезонов (мезон = кварк + антикварк):

Частица	Состав кварков	Масса (прибл.)	Заряд
$D^{\scriptscriptstyle +}$	c + anti-d	1.87 ГэВ	+1
$D^0$	c + anti-u	1.86 ГэВ	0
D <sub>s</sub> <sup>+</sup>	c + anti-s	1.97 ГэВ	+1

#### Примеры барионов (3 кварка):

Частица	Состав кварков	Название
Λ <sub>c</sub> +	c + u + d	очарованный аналог протона
Ξ <sub>c</sub> <sup> + </sup>	c + u + s	«очарованный кси»

#### 2. Реакции с участием charm-кварков

Charm-кварк может участвовать в слабых распадах, где он превращается в другой кварк (например, s или d), испуская W-бозон.

#### Пример: распад $D^+ o K^0 + \pi^+$

- До: D<sup>+</sup> (состоит из с + anti-d)
- Процесс: charm-кварк превращается в s-кварк
- После: получается  $K^0$  (s + anti-d) и  $\pi^+$  (u + anti-d)

Этот распад идет через слабое взаимодействие и характерен для нестабильных очарованных частиц.

## 🗓 3. J/ψ-мезон — первое доказательство charm-кварка

Частица	Состав	Комментарий
J/ψ	c + anti-c	Обнаружен в 1974 г., подтвердил
		существование charm-кварка

Это тяжелый и стабильный мезон, который не распадается через сильное взаимодействие, а только через электрослабое, что сделало его легко обнаружимым в

экспериментах.

# $\bigcirc$ Визуально: схема $D^+ o K^0 + \pi^+$

```
D^+ (c + anti-d)

\downarrow слабый распад

c \rightarrow s + W^+

\downarrow

W^+ \rightarrow u + anti-d

\downarrow

K^0 = s + anti-d

\pi^+ = u + anti-d
```

#### **6** Итог:

- Очарованные кварки это кварки типа **c (charm)**.
- Они входят в состав частиц, таких как **D-мезоны**, **очарованные барионы**.
- Эти частицы нестабильны и распадаются с участием слабого взаимодействия.
- Открытие charm-кварка было важным шагом в подтверждении **Стандартной** модели.

Хочешь — могу показать простую анимацию распада или дать симулятор реакции.

Что такое еВ и почему это единица массы?

Отличный вопрос! Он действительно может сбить с толку. Давайте разберёмся:

#### Что такое эВ (электронвольт)?

1 эВ (электронвольт) — это единица энергии, а не массы.

Она определяется как энергия, которую приобретает **один электрон**, проходя разность потенциалов **1 вольт**.



 $1 \ni B = 1.602 \times 10^{-19}$  джоулей (Дж)



Потому что в физике высоких энергий (ядерной и частичной) используют систему единиц, где энергия, масса и импульс выражаются через одну и ту же величину — электронвольты.

### 🥦 Как масса = энергия?

Благодаря знаменитому уравнению Эйнштейна:

$$E = mc^2$$

Если выразить массу через энергию:

$$m = \frac{E}{c^2}$$

То есть **масса и энергия** — **эквивалентны**, различие лишь в коэффициенте  $c^2$  (скорость света в квадрате).

#### 💡 Удобство в физике частиц

В области, где массы очень маленькие (например, масса электрона), неудобно использовать килограммы. Гораздо проще писать:

- масса электрона ≈ 0.511 МэВ/с²
- масса протона ≈ 938 МэВ/с²
- масса чарм-кварка ≈ 1.28 ГэВ/с²

Если вы используете систему единиц, где c=1 (естественные единицы), то пишут просто:

И все понимают, что это энергетический эквивалент массы.

#### Табличка: масса в разных единицах

Частица	Масса (кг)	Macca (МэВ/c²)
Электрон	9.11 × 10 <sup>-31</sup> кг	0.511 МэВ
Протон	1.67 × 10 <sup>-27</sup> кг	938.27 МэВ
Charm-кварк	~2.3 × 10 <sup>-27</sup> кг	~1270 МэВ = 1.27 ГэВ

#### 🧳 Вывод:

- **эВ** это единица **энергии**, но в квантовой физике через  $E=mc^2$  ей удобно выражать массу.
- Частицы очень лёгкие, и измерять их массу в килограммах неудобно.
- Поэтому часто используют  $M \ni B/c^2$  или просто  $M \ni B$  (если c=1).