

Дополнительные материалы к задаче 10.

## КВАРКИ

В 1964 году американский физик М. Гелл-Манн выдвинул гипотезу, согласно которой все частицы, способные к сильному (внутриядерному) взаимодействию (*адроны*) не являются истинно элементарными, а состоят из нескольких суб-элементарных частиц. Эти частицы он назвал кварками. Гипотеза позволила описать все разнообразие открытых к тому времени адронов, а также объяснить многие их свойства.

Главная особенность кварков — они не могут вылететь из частицы, в состав которой входят. Поэтому ни в одном эксперименте их невозможно наблюдать в отдельном друг от друга (свободном) состоянии. Наблюдаемыми являются частицы, состоящие из кварков, но не сами кварки. Это явление получило название *конфайнмент*. Некоторые физики считают, что его нужно рассматривать как постулат кварковой модели (см. ниже), другие — что оно имеет теоретическое объяснение. Однако получить такое объяснение пока никому не удалось.

В начальном варианте теории Гелл-Манна считалось, что всего существует три различных «сорта» кварков (их называют ароматами). Позже, однако, были открыты новые частицы с очень необычными свойствами, и для их объяснения пришлось ввести в теорию еще три аромата. Поскольку такие частицы мы рассматривать не будем, далее речь пойдет только о первых трех («геллманновских») кварках.

Перечислим основные положения кварковой модели.

**1. а.** Существуют кварки трех «ароматов», их называют: **u**-кварк (up, верхний), **d**-кварк (down, нижний) и **s**-кварк (strange, странный).

**б.** Кварки одного аромата имеют одинаковые массы и одинаковые электрические заряды.

**в.** Любой кварк может принимать один из трёх «цветов»: **r** (red, красный), **g** (green, зелёный) или **b** (blue, синий).

Таким образом, аромат, заряд и масса являются неотъемлемыми свойствами каждого кварка, а цвет у него может быть разный.

**2.** Каждому кварку соответствует антикварк, который: **а.** Имеет соответствующий «антиаромат»:  $\bar{u}$ ,  $\bar{d}$  или  $\bar{s}$ .

**б.** Имеет электрический заряд, равный по величине и противоположный по знаку заряду соответствующего кварка.

**в.** Может принимать один из трёх цветов, дополнительных к цветам кварков. Дополнительным к красному является **c** (cyan, голубой), к зеленому — **m** (magenta, лиловый), к синему — **y** (yellow, жёлтый).

**3. а.** Цвет составной частицы «складывается» из цветов составных частей по правилам цвето-зрительного исчисления: два любых цвета в сумме дают цвет, дополнительный к третьему: **rg = y**, **rb = m**, **gb = c**. Любой цвет в сумме со своим дополнительным дает белый (**w**, white): **rc = gm = by = rgb = w**.

**б.** Цвет любой частицы, наблюдаемой на опыте — **w** (белый).

Это означает, в частности, что кварки могут наблюдаться только в различных сочетаниях друг с другом, но не поодиночке. В любом *барионе* (так называется частица, состоящая из трех кварков, такими являются протон и нейтрон) все цвета составляющих его кварков обязательно должны быть разными — иначе не получится белой частицы. По той же причине *мезон* (частица, состоящая из двух кварков) должен включать в себя кварк и антикварк, окрашенные во взаимно дополнительные цвета.

**в.** Электрический заряд составной частицы равен сумме зарядов составных частей.

Более подробно узнать о кварковой теории, ее теоретических и экспериментальных основаниях, а также о других удивительных сюжетах физики элементарных частиц, можно из книги:

Окунь Л.Б. « $\alpha \beta \gamma \dots Z$ . Элементарное введение в физику элементарных частиц». Библиотечка «Квант», выпуск 45.

---

Не забудьте **подписать** свою работу (указать номер карточки, фамилию, имя, школу, класс) и **сдать** её. Сдавать листок с условиями не нужно. Задания, информация о разборах, решения, результаты участников (после 20 ноября) и информация о закрытии будут опубликованы на сайте [turlom.olimpiada.ru](http://turlom.olimpiada.ru)

Обратите внимание: в этом году результаты будут доступны ТОЛЬКО по номеру карточки.

Понравилось? Хотите поучаствовать в ещё одной многопрофильной олимпиаде с интересными заданиями? Не нужно ждать! Олимпиада «Летово» для 5-8 классов в ноябре в удобном онлайн-формате! Подробнее на [olimpiada.letovo.ru](http://olimpiada.letovo.ru). А учеников старших классов приглашаем на Московскую олимпиаду школьников, подробнее на [mos.olimpiada.ru](http://mos.olimpiada.ru).