

С 322

С-844

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-1825



В.Н. Стрельцов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
ВРЕМЕНИ И СКОРОСТИ СВЕТА  
С УЧЕТОМ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

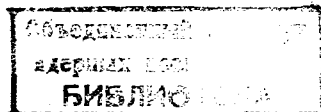
1964

В.Н. Стрельцов

К ВОПРОСУ ОБ СПРЕДЕЛЕНИИ  
ВРЕМЕНИ И СКОРОСТИ СВЕТА  
С УЧЕТОМ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ<sup>х)</sup>

---

х) Печатается в порядке обсуждения.



Как известно, в специальной теории относительности (например, для придания понятию времени физического смысла) применяются методы, основанные на использовании световых сигналов. Суть одного из таких методов состоит в том, что наблюдатель посылает световые сигналы, которые, отражаясь от наблюдаемого предмета, возвращаются в точку отправления. При этом время прохождения света (туда и обратно) фиксируется. Если момент отправления светового сигнала есть  $t=0$ , а момент возвращения сигнала  $t = 2t_T$ , то наблюдаемый предмет можно характеризовать временной координатой  $t_T$ .

Более детальная картина рассмотренного эксперимента выглядит так. Наблюдатель посылает сигнал, который через некоторое время ( $t_T$ ) достигает наблюдаемого объекта. Если принимать во внимание квантовые эффекты, то следует, вообще говоря, учитывать, например, "время поглощения сигнала объектом". При этом указанное время не может быть меньше некоторой предельной величины  $\tau = h/E$ <sup>x)</sup>, где  $h$  - постоянная Планка, а  $E$  определяется энергией сигнала. Отсюда следует, что в общем случае время, зарегистрированное наблюдателем /  $\Delta t$  / будет превышать "обычное" время распространения светового сигнала (туда и обратно), по крайней мере, на величину  $2\tau$  :

$$2t = 2t_T + 2\tau \quad \text{или} \quad t = t_T \left(1 + \frac{\tau}{t_T}\right).$$

При этом предполагается, что "время излучения сигнала" также определяется величиной  $\tau$ . Используя далее выражение для  $\tau$ , получим

$$t = t_T \left(1 + \frac{h}{Et_T}\right) = t_T \left(1 + \frac{h}{s}\right), \quad (1)$$

где  $s = Et_T$ .

Отсюда вытекает следствие фундаментальной важности. Для того, чтобы теперь сохранять за часами роль прибора, определяющего временную координату  $t_T$  материального тела<sup>xx)</sup>, их ход следует замедлить в  $\left(1 + \frac{h}{s}\right)$  раз. В результате мы будем

x) Здесь мы фактически воспользовались существованием универсального предельного действия по аналогии с тем, как в специальной теории относительности используется факт существования универсальной предельной скорости распространения для любого взаимодействия.

xx) Действительно, в рамках специальной теории относительности показания часов не должны, в частности, зависеть от энергии сигналов, используемых для их синхронизации.

иметь часы, которые идут медленнее, чем обычные (покоящиеся) часы, используемые в экспериментах специальной теории относительности, при их сравнении в одном и том же месте.

Если далее мы воспользуемся такими "исправленными" часами в известном опыте Майкельсона-Морли по определению скорости распространения света, то в этом случае для величины скорости света будем иметь следующее выражение:

$$C = C_0 / \left( 1 + \frac{h}{s} \right) \quad (2)$$

где  $C_0$  - известная постоянная, равная  $3 \cdot 10^{10}$  см/сек.

Полученный результат означает, что при учете квантовых явлений принцип постоянства скорости света, вообще говоря, будет справедлив уже не в той формулировке, в которой он кладется в основу обычной теории относительности.

Если теперь подставить выражение (2) в известную формулу для энергии материального тела, то в случае  $h/s \ll 1$  (пренебрегая членами второго порядка малости) будем иметь:

$$E = mc^2 = \left( m + \frac{2mh}{s} \right) C_0^2 = [m + \Delta m(s)] C_0^2 = MC_0^2$$

Таким образом, в рассматриваемом случае масса тела  $M$  может быть представлена в виде суммы двух слагаемых, из коих одно (для  $V = 0$ ) постоянно, а второе зависит от переменной величины (действия)  $s$ . Из самого определения  $s$  вытекает, что она зависит от энергии сигнала - электромагнитного поля. Учитывая связанное, величину  $\Delta m$ , по-видимому, следует связывать с полевой массой тела, тогда как  $m$  - его затравочной массой.

В заключение отметим, что полученные выше результаты следует рассматривать только как некоторое приближение к более строгой теории, которая должна занять место специальной теории относительности при описании квантовых явлений. Однако несомненно то, что характер полученных выше выводов должен сохраниться и при более последовательном рассмотрении затронутых здесь вопросов.

Автор благодарен Б.П. Баннику за полезные обсуждения.

Рукопись поступила в издательский отдел  
18 сентября 1964 г.