

3.5. Релятивистское правило сложения скоростей

Пусть некоторая точка M движется относительно K' -системы со скоростью \vec{u}' . Для простоты рассмотрим движение точки в плоскости $x'O'y'$ системы отсчёта K' (рис. 3.4). Наблюдатель в K -системе будет видеть движение этой же точки в плоскости xOy со скоростью \vec{u} .

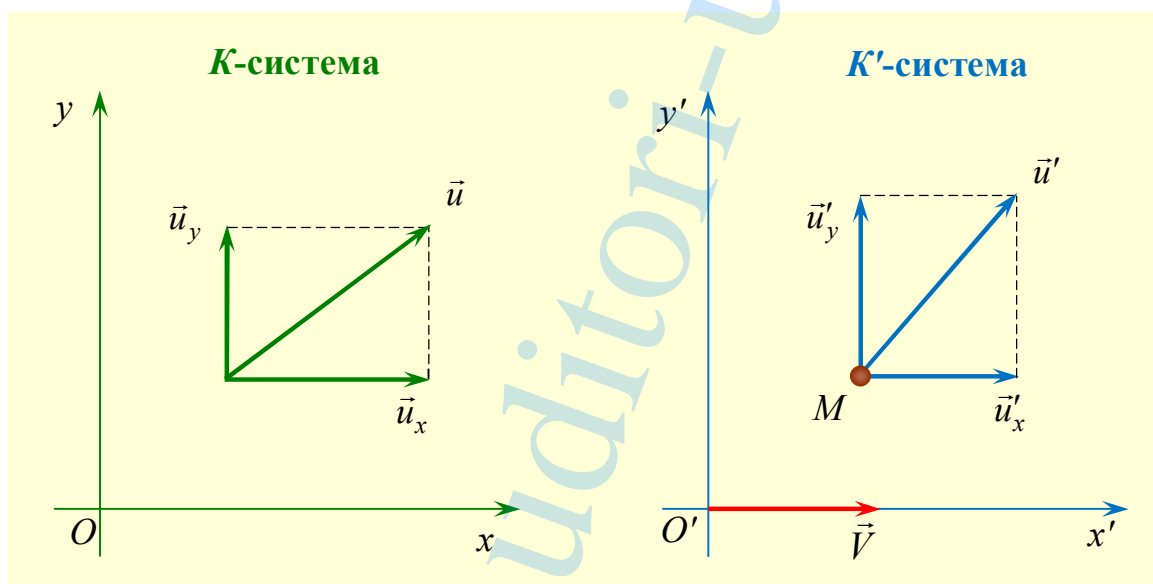


Рис. 3.4. Сложение скоростей

Классическое правило сложения скоростей (3.6) дает следующие соотношения между проекциями скоростей точки в K и K' системах отсчёта:

$$u_x = u'_x + V; \quad u_y = u'_y.$$

Из классических соотношений следует, что если две частицы движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями: $|\vec{V}_1| = |\vec{V}_2| = V$ (рис.3.4), то их относительная скорость $V_{отн}$ будет равна $2V$. В частности, если $V > 0,5c$, то $V_{отн} > c$, что противоречит второму постулату Эйнштейна. Следовательно, надо либо отвергнуть второй постулат Эйнштейна, либо изменить правило сложения скоростей.

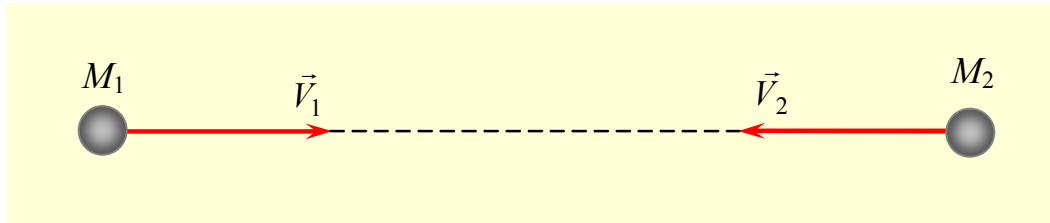


Рис. 3.5. Относительное движение частиц

В релятивистской теории правило сложения скоростей выводят, учитывая не одинаковое течение времени в различных системах отсчёта. Проекции скорости точки на оси координат равны производным соответствующих координат по времени. Но в каждой системе отсчёта дифференцирование производится по времени данной системы: в K -системе – по времени t , а в K' -системе – по времени t' . Релятивистское правило сложения скоростей, полученное с помощью преобразований Лоренца, даёт следующие соотношения:

$$u_x = \frac{u'_x + V}{1 + u'_x V / c^2}; \quad u_y = \frac{u'_y \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 + u'_x V / c^2}. \quad (3.11)$$

Из (3.11) следует, что в задаче о двигающихся навстречу друг другу частицах относительная скорость частиц должна вычисляться по формуле:

$$V_{\text{отн}} = \frac{2V}{1 + V^2/c^2}. \quad (3.12)$$

Нетрудно убедиться, что если использовать соотношение (3.12), то при любых значениях V относительная скорость двигающихся навстречу друг другу частиц не может превысить скорость света в вакууме: $V_{\text{отн}} \leq c$.