

От Физо до Эйнштейна

В 1851 г. Арман Ипполит Луи Физо получил результат, названный - в следующем веке - Альбертом Эйнштейном : **experimentum crucis**.

Скорость света (в вакууме - c) в движущейся жидкости W не была суммой скорости его w_0 в неподвижной среде и скорости этой среды v :

$$W \approx w_0 + v (1 - w_0^2/c^2) \quad \Rightarrow \quad W < c.$$

Несомненно, правило сложения двух скоростей изменения положения в пространстве обязано быть коммутативным и не должно зависеть от природы перемещающихся небιологических объектов.

Равноправие w_0 и v требует уточнить эмпирическую формулу Физо, и фактическое $v \ll w_0$ даёт :

$$w_0 + v (1 - w_0^2/c^2) \approx w_0 + v - v w_0^2/c - \{ v^2 w_0/c^2 \} = (w_0 + v)(1 - v w_0/c^2) , -$$

а к правильности результата при $v = c$ или $w_0 = c$ ведёт :

$$(w_0 + v)(1 - v w_0/c^2) \approx (w_0 + v) : (1 + v w_0/c^2) = W .$$

Этот закон сложения скоростей элементарно вытекает из представления об относительности времени, если известно про $W < c$.

Действительно, простейшая связь [1] :

$$x^* \equiv \gamma x + \alpha t; \quad t^* \equiv \mu x + \eta t \quad \text{и} \quad u \equiv dx/dt; \quad u^* \equiv dx^*/dt^*$$

$$\Rightarrow \quad u^* = (\gamma u + \alpha) / (\mu u + \eta) .$$

Следовательно:	при $u^* = v$; и $u = 0$	$\Rightarrow$	$\alpha = \eta v$;
	при $u^* = 0$; и $u = -v$	$\Rightarrow$	$\alpha = \gamma v$ и $\eta = \gamma$;
	при $u^* = u = c$	$\Rightarrow$	$\mu = \gamma v/c^2$.

$$\Rightarrow \quad u^* = (\gamma u + \gamma v) / (\gamma v u/c^2 + \gamma) = (u + v) / (1 + u v/c^2) .$$

Но в первые почти полвека после открытия Физо речь не заходила о сомнениях в абсолютности времени.

Сенсационность закона сложения $W = (w_0 + v) : (1 + vw_0/c^2)$ ярчайше проявляется при ничтожном изменении суммы - в пределе, при $v \rightarrow 0$, когда $W - w_0$ можно считать приращением функции W от v :

$$\lim_{v \rightarrow 0} \partial W / \partial v = 1 - W^2/c^2 = dW/dv, \quad - \text{ вместо классической единицы.}$$

При отсутствии подозрений о различном течении однородного времени после умножения «производной» dW/dv на $1 = dt : dt$, следовало бы:

$$a_w : a_v = 1 - W^2/c^2, \quad - \text{ т.е., ускорение объекта со скоростью } W \text{ меньше}$$

"нулевого" ускорения - доводящего скорость от нуля до dv - в отношении :

$$0 \leq 1 - W^2/c^2 \leq 1.$$

Соответственно классической механике это означает, что «виноват» альтернативный сомножитель Второго Закона Ньютона.

В простейшем варианте исправление, отвечающее факту - опыту Физо:

$$f = m dv/dt : (1 - v^2/c^2) = dp/dt = d(mv)/dt.$$

Далее используем стандартные обозначения: $\beta \equiv v/c$ и $\gamma^{-2} \equiv 1 - \beta^2$.

$$m dv/dt : (1 - v^2/c^2) = d(mv)/dt \Leftrightarrow m \gamma^2 d\beta = d(m\beta) \Leftrightarrow$$

$$m \gamma^2 d\beta = \beta dm + m d\beta \Leftrightarrow \beta dm = m(\gamma^2 - 1)d\beta = m\beta^2 \gamma^2 d\beta \Leftrightarrow$$

$$d \ln m = \beta \gamma^2 d\beta = -.5 \gamma^2 d(1 - \beta^2) = -.5 \gamma^2 d\gamma^{-2} = -.5 d \ln \gamma^{-2} = d \ln \gamma \Leftrightarrow$$

$$m = \text{const } \gamma \quad \text{или} \quad m = m_0 \gamma.$$

Уточнённый Второй закон Ньютона:

$$f = dp/dt = d(mv)/dt \quad \text{при} \quad m = m_0 \gamma \Rightarrow f = m_0 c d(\beta \gamma)/dt, \quad -$$

в абсолютном времени Ньютона.

Отсюда, для кинетической энергии T :

$$dT = f dx = m_0 c d(\beta \gamma) dx / dt = m_0 c^2 \beta d(\beta \gamma).$$

Вычислим:

$$\beta d(\beta \gamma) = \beta \gamma d\beta + \beta^2 d\gamma = -.5 \gamma d\gamma^{-2} + \beta^2 d\gamma = \gamma^2 d\gamma + \beta^2 d\gamma = d\gamma \Rightarrow$$

$$dT = m_0 c^2 d\gamma = c^2 dm \Rightarrow$$

$$T = c^2(m - m_0) = E(v) - E_0 \Rightarrow$$

$$E = m c^2.$$

Столь же простым следствием этого открытия Альберта Эйнштейна, каким оно само является по отношению к основополагающему его открытию изменчивости массы, является и сочетание этих формул, - не дающее никакой дополнительной информации :

$$m = m_0 \gamma \Rightarrow m_0^2 = m^2(1 - \beta^2) \Rightarrow m_0^2 c^2 = m^2 c^2 - m^2 v^2 = E^2 c^{-2} - p^2 \Rightarrow$$

$$E^2 - p^2 c^2 = m_0^2 c^4.$$

В однородном пространстве с новым законом сложения скоростей сохраняющийся «импульс Физо» Φ обязан отвечать этому закону, иначе говоря, - соответствующему функциональному уравнению:

$$\Phi(x) + \Phi(y) = \Phi\{(x+y)/(1+xy)\}.$$

А это – формула сложения гиперболического тангенса:

$$th(x+y) = (thx+thy)/(1+thxthy) \Rightarrow$$

для объекта с «массой вещества» - массой покоя - m_0 при скорости $v = \beta c$

$$\text{Физо-импульс } \Phi = m_0 c th\beta = m_0 c (e^\beta - e^{-\beta}) / (e^\beta + e^{-\beta}).$$

Если же продолжить вывод преобразований Лоренца (ПЛ), - потребовав выполнение их относительности [1]:

$$x^* = \gamma (x + vt); \quad t^* = \gamma (xv/c^2 + t); \quad \& \quad x = \gamma (x^* - vt^*); \quad t = \gamma (-vx^*/c^2 + t^*), -$$

то, избавляясь от x^* и t^* в этой системе, приходим к ПЛ: $\gamma^{-2} = 1 - v^2/c^2$;

Тогда разные оценки одной и той же массы в двух системах с ненулевой относительной скоростью v , вытекают [2] из отличия ускорений, a^* и a , потребных при одинаковом увеличении dv их относительной скорости v .

То же следует [2] и из равенства импульсов для неизменных координат, перпендикулярных вектору этой скорости, при различном течении времени соответственно преобразованиям Лоренца, - а также общеизвестными путями СТО.

Литература

1. Б.М.Яворский, А.А. Пинский. Основы физики. 2000.Т.1. Стр.134,137 .
2. В.И. Рахман. http://zhurnal.lib.ru/editors/w/wira/from_fizeau_up_to_einstein.shtml .