

Физическая величина МАССА – скаляр или вектор? Масса ВИРТУАЛЬНАЯ и РЕАЛЬНАЯ

В работе «Исторические проблемы физики. Сила, масса, инерциальная система отсчета» <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8715.html> дано физическое определение массы:

массой m_1 тела 1 называется произведение ускорения a_2 , приобретаемого любым другим телом 2, находящимся на заданном расстоянии r от него, на квадрат этого расстояния: $m_1 = a_2 r^2$.

Формула справедлива в предложенной В. Томсоном *физической* системе единиц, в которой гравитационная постоянная γ закона Всемирного тяготения, вызываемая произвольным выбором единицы массы и не имеющая собственного физического смысла, является безразмерным коэффициентом, равным единице. При этом выбор единицы массы уже не произволен.

Ускорение a_2 тела 2 измеряется в *инерциальной системе отсчета* (ИСО), положение r_1 которой относительно тела 1, определяется соотношением

$$r_1 = \frac{m_2}{m_1+m_2} r \quad \text{или} \quad r_1 = \frac{a_1}{a_1+a_2} r ,$$

где m_2 – масса тела 2, определяемая по формуле $m_2 = a_1 r^2$,

a_1 – ускорение тела 1 в этой ИСО.

Положение r_2 ИСО относительно тела 2 определяется соотношением

$$r_2 = \frac{m_1}{m_1+m_2} r \quad \text{или} \quad r_2 = \frac{a_2}{a_1+a_2} r .$$

При этом $r_1 + r_2 = r$.

Итак, массы m_1 и m_2 тел 1, 2 в ИСО при заданном расстоянии r определяются ускорениями a_2 и соответственно a_1 .

Поскольку оба эти ускорения a_1 и a_2 являются векторами \vec{a}_1 , \vec{a}_2 , а квадрат расстояния r^2 – скаляром, то естественно, что и сами понятия масс m_1 и m_2 являются тоже векторами \vec{m}_1 , \vec{m}_2 , направления которых определяется направлениями векторов ускорений \vec{a}_1 , \vec{a}_2 .

Однако, в современной физике обе эти массы m_1 и m_2 считаются скалярами и для этого имеются некоторые основания.

Зададимся таким вопросом – зависит ли масса m_1 тела 1 от тела 2 или же масса m_2 тела 2 от тела 1? – Ответ такой: нет, не зависит. Другими словами, тело 2, помещаемое на заданном расстоянии r от тела 1, и тело 1 помещаемое на заданном расстоянии r от тела 2, теоретически может обладать любой массой – от 0 до ∞ .

Рассмотрим ситуацию, когда тело 1 имеет массу $m_1 \neq 0$, т.е. обладает конечной массой, а масса тела 2 равна нулю $m_2 = 0$, т.е. тело 2 попросту отсутствует. Начало отсчета ИСО при этом совмещается с геометрическим центром тела 1, т.е. $r_1 = 0$, а $r_2 = r$.

Изменится ли от этого масса тела 1? – Нет, не изменится, т.е. вызываемой телом 1 ускорение a_2 на расстоянии r , в данном случае равняющемся r_2 останется тем же самым.

И тут возникает такой вопрос: к чему же тогда это ускорение a_2 будет приложено, если само тело 2 при этом отсутствует? – Ответ такой: к *любой* точке пространства, находящейся на расстоянии $r = r_2$ от тела 1. То есть находящейся на поверхности сферы с радиусом r .

А значит, хотя числовое значение ускорения a_2 сохраняется тем же самым, т.е. не изменяется, но его направление в сторону тела 1 становится *неопределенным* в пределах телесного угла от 0 до 4π стерадиан. Другими словами, векторный смысл самого этого ускорения a_2 , а значит и массы m_1 полностью утрачивается, и оба они теперь уже могут и должны считаться именно *скалярами*.

Однако, стоит появиться реальному телу 2 с массой $m_2 \neq 0$ как ситуация тотчас же радикально меняется. Ускорение a_2 , приобретаемое телом 2 при сохранении того же самого числового значения, тотчас же получает вполне определенное и единственное направление – по линии, соединяющей тела 1, 2 в сторону тела 1. То есть однозначно является вектором \vec{a}_2 .

А значит, становится вектором также и масса \vec{m}_1 тела 1 и соответственно масса \vec{m}_2 тела 2.

Начало отсчета ИСО при этом, конечно, смещается от центра тела 1 в сторону тела 2.

Таким образом, **масса** это уникальная физическая величина, являющаяся одновременно *скаляром* и *вектором*. Для каждого тела 1 – скаляром в отсутствие тела 2 и вектором – при его наличии. В первом случае она может называться *виртуальной*, а во втором – *реальной* массой. Ее числовое значение в обоих случаях одинаково. Разница только лишь в наличии или отсутствии определенного направления. В одном случае определенного направления нет (масса может считаться скаляром), а в другом – есть (масса становится вектором).