

Сомсиков А.И.

Инерциальная система отсчета

Дано физическое определение инерциальной системы отсчета для произвольной пары взаимодействующих тел. Установлено положение ее начала отсчета относительно каждого из них. Это положение единственное, вычисляемое по найденным формулам.

Введение

Закон всемирного тяготения в ньютоновской формулировке имеет вид: $f = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$, где f – мера взаимодействия, названная «силой», m_1, m_2 – характеристики самих объектов, названные «массами», r – расстояние между телами, k – коэффициент пропорциональности, определяемый выбором эталонов массы и силы и не имеющий собственного физического смысла.

Сами понятия силы и массы в ньютоновской физике являются метафорическими. Физические их определения даны в работе [1]:

$$m_1 = a_2 r^2, \quad m_2 = a_1 r^2, \quad f = a_1 a_2 r^2, \quad (1)$$

где m_1, a_1 – масса и ускорение 1-го тела, m_2, a_2 – масса и ускорение 2-го тела в инерциальной системе отсчета (ИСО).

Массы m_1, m_2 тел сохраняют постоянство значений при их свободных движениях, кроме приближения скоростей V_1 или V_2 к скорости света C или расстояния r к нулевому значению [2].

Тождественные преобразования формулы (1) образуют соотношения: $f = a_1 a_2 r^2 = (a_1 r^2) a_2 = (a_2 r^2) a_1 = m_2 a_2 = m_1 a_1$. В отдельной записи $f_1 = m_1 a_1$ и $f_2 = m_2 a_2$ силы f_1, f_2 считаются *разными, приложенными* к реально разным телам 1 и 2. Фактически это та же самая сила f , но лишь в другой форме записи и потому как бы неузнанная. Она не является к чему-то приложенной, но лишь указанным в формуле (1) произведением.

Отсюда и возникает *третий* закон Ньютона $f_1 = -f_2$, по сути являющийся тривиальным утверждением, означающим, что сила f себе самой равна. Но с вынесением знаков, относящихся к ускорениям a_1, a_2 , противоположным по направлению, т.е. имеющим разные знаки.

Остается проблема физического определения самой ИСО, в которой измеряются оба ускорения a_1, a_2 . То есть положения ее начала отсчета относительно каждого тела для произвольной пары 1, 2 и произвольного расстояния r .

Постановка задачи

В физике ИСО *не имеет определения* и задается на конкретных примерах.

Вот как об этом сообщается в курсе общей физики учебника для физико-математических и физико-технических факультетов университетов (выше которого просто нет).

«Наблюдения показывают, что первый закон Ньютона справедлив не по отношению к каждой системе отсчета. Рассмотрим несколько примеров. Положим, что системой отсчета является прямолинейно и равномерно движущийся вагон. Тогда, если отвлечься от сотрясений, первый закон Ньютона выполняется: покоящиеся относительно вагона тела не приходят в движение без воздействия на них со стороны других тел и т.д. Но стоит вагону начать заворачивать, тормозить или ускорять ход, как появятся явные нарушения первого закона Ньютона: покоившиеся до того тела могут отклоняться или упасть без видимого воздействия на них со стороны окружающих тел. Возьмем в качестве системы отсчета земной шар; в этом случае первый закон Ньютона выполняется гораздо точнее, чем в случае движущегося вагона, где даже при равномерном движении сказывается тряска, но и здесь достаточно тонкие наблюдения над некоторыми процессами (качания маятников, распространение воздушных и океанских течений и т.д.) выявляют отклонения от первого закона Ньютона или, вернее, от следствий из него. Но если мы выберем в качестве системы отсчета гелиоцентрическую систему, начало которой помещено на Солнце, а оси направлены на определенные звезды, то в такой системе отсчета первый закон Ньютона выполняется практически вполне точно. Система отсчета, по отношению к которой выполнен первый закон Ньютона, носит название инерциальной системы. Сам первый закон Ньютона иногда называется принципом инерции.

Как указано, инерциальной системой практически вполне точно является гелиоцентрическая система; инерциальной будет также и всякая система, движущаяся относительно нее равномерно и прямолинейно» [3].

Что можно понять из этой цитаты? Куда теперь помещать декартовскую систему координат, чтобы превратить ее в ИСО? Притом, чтобы ею могла быть «также и всякая система, движущаяся относительно нее равномерно и прямолинейно»?

И что означают эти неожиданно возникающие дополнения: «гораздо точнее» (как это?), «достаточно тонкие наблюдения» (какие это?) над «некоторыми процессами» (какими именно?), «и т.д.» (???), «практически вполне точно» (как это?). И как все это следует понимать? Особенно интересно загадочное выражение «и т.д.», которое может подразумевать вообще что угодно.

Понятно только, что в первом случае в качестве этой, еще не имеющей физического определения, а всего лишь просто поименованной ИСО принимается геоцентрическая система Птолемея, а во втором, «более точном» случае – гелиоцентрическая система Коперника.

При этом где-нибудь в другом месте того же самого курса физики и множестве других источников вдруг неожиданно сообщается, что сама эта система Птолемея опровергнута системой Коперника, а стало быть, попросту неверна. Так стоит ли о ней вообще говорить? А тут вдруг неожиданно выясняется, что она, хотя и будучи «опровергнутой», как ни в чем не бывало вполне себе применима в качестве ИСО, хотя и с несколько «меньшей точностью» (какой именно не сообщается). Как если бы этого «опровержения» и вовсе не существовало.

Определение ИСО

Целью работы является получение физического определения ИСО и определение ее положения при любом соотношении взаимодействующих масс.

В ускоренном движении расстояния r_1, r_2 , проходимые каждым телом, пропорциональны их ускорениям: $r_1 \sim a_1, r_2 \sim a_2$.

Поскольку $m_1 = a_2 r^2, m_2 = a_1 r^2$, отсюда имеем:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{r_2}{r_1},$$

где r_1, r_2 – расстояния тел 1, 2 до начала отсчета ИСО.

При этом $r_1 + r_2 = r$.

Откуда следует: *ИНО является система координат, удовлетворяющая соотношениям:*

$$r_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} r, \quad r_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} r, \quad (2)$$

где r_1 – расстояние от 1-го тела до начала отсчета ИСО (координата 1-го тела в ИСО), r_2 – расстояние от 2-го тела до начала отсчета ИСО (координата 2-го тела в ИСО). Причем тела 1, 2 расположены по обе стороны от начала отсчета ИСО (координаты обоих тел имеют противоположные знаки).

Таково **физическое** определение ИСО, задаваемое формулами (2).

ИСО для любой заданной пары взаимодействующих тел является *единственной*, вычисляемой по формулам (2), а утверждение «инерциальной будет также и всякая система, движущаяся относительно нее равномерно и прямолинейно» ошибочно.

Частные случаи взаимодействия.

1. Масса $m_1 \rightarrow \infty$, m_2 – конечная. По формулам (2) этому соответствует $r_1 \rightarrow 0$, $r_2 \rightarrow r$.

Практические примеры:

а) m_1 – масса Земли, m_2 – масса находящегося на ней какого-либо объекта человеческого масштаба. Начало отсчета ИСО связано с телом 1 – Землей, а сама ИСО в этом случае именуется *птолемеевской*.

б) m_1 – масса Солнца, m_2 – масса какой-либо планеты Солнечной системы. Начало отсчета ИСО связано с телом 1 – Солнцем, а сама ИСО при этом именуется *коперниковской*.

2. Масса $m_1 \rightarrow 0$, масса m_2 – конечная. Случай пробного тела 1 бесконечно малой массы в поле тяготения тела 2 конечной массы.

В этом случае $r_1 \rightarrow r$, $r_2 \rightarrow 0$. Начало отсчета ИСО связано с телом 2 человеческого («галилеевского») масштаба, а саму ИСО можно условно назвать «галилеевской».

3. Общий случай – обе массы m_1, m_2 конечные. Начало отсчета ИСО не связано ни с одним из взаимодействующих объектов и находится между ними в точке пространства с координатами, определяемыми по формулам (2).

ИСО в этом случае является теперь уже чисто *ньютоновской* (о чем сам Ньютон, вероятно, не знал).

Каждый из трех рассмотренных случаев дает *единственное* положение ИСО, вопреки утверждению [3], будто один из них, например, 1б «точнее» другого – 1а.

Заключение

В сущности *вся* ньютоновская физика сводится к *одному* единственному закону обратных квадратов a_1 или $a_2 \sim \frac{1}{r^2}$ (выражаемому законом всемирного тяготения), трём определениям (1) – для m_1, m_2, f и выбору ИСО по формулам (2).

При этом первый закон Ньютона (закон инерции) просто неверен [4], второй является определением силы f , а третий – тривиальным утверждением о равенстве силы самой себе.

Однако последующее развитие физики шло по пути усложнения исходных неясностей вместо их разрешения.

Литература

1. Сомсиков А.И. Исторические проблемы физики. Сила, масса, инерциальная система отсчета <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8715.html> .
2. Сомсиков А.И. Закон всемирного тяготения при нулевом расстоянии <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11962.html> .
3. Фриш С.Э, Тиморева А.В. Курс общей физики. Том 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. Изд. Шестое, исправленное. Допущено Главным управлением университетов, экономических и юридических вузов Министерства высшего образования СССР в качестве учебника для физико-математических и физико-технических факультетов государственных университетов изд. Техничко-теоретической литературы М. 1955, с.45. Тир. 50000 экз.
4. Сомсиков А.И. Закон инерции <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8444.html>