К ОСОБЫМ СВОЙСТВАМ ЗЕМНОЙ ГРАВИТАЦИИ

Терехин В. А.
независимый исследователь, г. Екатеринбург
E-mail: terekhin.vladim@yandex.ru

Аннотация. Еще Галилей в своих опытах установил, что все тела в поле тяготения Земли падают одинаково, то есть имеют одинаковое ускорение. Было сформулировано положение:

ускорение, приобретенное телами под действием сил тяготения (гравитации), не зависит от массы тела.

Это многократно было подтверждено опытами в поле земного тяготения.

А Л.Ландау и Е.Лифшиц [1] назвали это основным свойством полей тяготения.

В нашей статье мы попробуем разобраться, почему это происходит, и является ли это свойство присуще только гравитации. Может быть, все дело в характере приложения ускоряющих сил?

Ключевые слова. Гравитация, поле тяготения, масса, ускорение, зависимость, сила.

Введение

Обычно, когда говорят что к телу приложена сила, явно или неявно, имеют ввиду что эта сила приложена к одной точке тела или к некоторой группе точек с какой-то стороны тела.

А если на тело действует поле сил (группа сил), например гравитация, то они, видимо, не могут быть приложены к одной точке. Действуя на все тело, на разные точки, все эти силы действуют в одном направлении и ускоряют тело. И является ли выше названное свойство присуще только гравитации?

Рассмотрим несколько умозрительных задач.

1. Представьте себе, что один человек толкает паровоз. Паровозу сообщается какое-то ускорение.

$$\alpha_1 = \frac{f}{m} \quad (1)$$

Где f — сила, с которой человек толкает паровоз,

m — масса паровоза.

Пусть тот же человек толкает два паровоза. Естественно, ускорение будет в два раза меньше.

$$\alpha_2 = \frac{f}{2m} \quad (2)$$

Если же два человека будут толкать два паровоза, ускорение останется прежним.

$$\alpha_3 = \frac{2f}{2m} = \frac{f}{m} = \alpha_1 \quad (3)$$

Будем теперь на каждый добавочный паровоз добавлять по толкающему человеку. В результате констатируем, что ускорение всей паровозной системы, при данном распределении

сил, не зависит от ее массы.

Нечто аналогичное происходит и при свободном падении тел различной массы в поле тяготения земли. Ниже поясним это подробнее.

А теперь еще одна умозрительная задача.

2. По морю плывет яхта под парусом. Условно будем считать, что сама яхта практически невесома и не испытывает трения со стороны воды или воздуха. Парус же яхты является вполне весомым, имеет одинаковую плотность по всей площади и форму, близкую к плоской. Дует хороший ветер. Необходимо определить, как зависит ускорение яхты с парусом от площади паруса и, соответственно, его массы.

Масса паруса M = mS (4)

где m — удельная масса, S — площадь паруса.

Полная сила, с которой ветер действует на парус

F = fS (5)

где f — сила, действующая на единицу площади.

Найдем ускорение

$$\alpha = \frac{F}{M} = \frac{fS}{mS} = \frac{f}{m} \quad (6)$$

Получили $\alpha = \frac{f}{m}$,

то есть ускорение не зависит от площади паруса и, соответственно, от его массы.

3. Пусть имеется гипотетическое тело, состоящее из множества одинаковых частиц. Пространство, где находится тело, обладает таким свойством, что к каждой частице прицепляется сила одной и той же величины, причем все силы одинаково направлены. Стоит добавить к телу несколько частиц, как автоматически к каждой частице прицепляется по силе. Как зависит ускорение, сообщаемое всему телу, от его массы?

Нетрудно сообразить, что тело, состоящее из многих частиц, будет иметь такое же ускорение, как если бы оно состояло из одной частицы.

$$\alpha = \frac{\Sigma f}{\Sigma m} = \frac{nf}{nm} = \frac{f}{m}, \quad (7)$$

где m — масса одной частицы,

f — сила, действующая на одну частицу.

4. Пусть в гравитационном поле Земли падают два тела. Одно массой M, другое массой m. Они падают с одинаковым ускорением. Если мы соединим эти тела, то тело массой M+m будет падать с тем же ускорением, потому что на каждую аналогичную частицу тела, на каждую единицу массы добавляется по аналогичной силе. Получаем видимый результат: в поле тяготения Земли ускорение тел не зависит от их массы.

Что можно сказать по поводу рассмотренных задач?

При определенных условиях ускорение тела не зависит от его массы??

Но это не совсем так. Законы Ньютона здесь не нарушаются. Ускорение всегда зависит от массы ускоряемого тела.

Дело в том, что при определенных условиях изменения массы тела и силы, действующей на него, происходят таким образом, что их отношение остается постоянным. То есть, сила оказывается прямо пропорциональной массе тела. В полях тяготения это проявляется наиболее ярко, как отмечено в [1].

Чем же объяснить, что результаты многих прежних опытов выглядели

отличными от результатов рассмотренных нами задач?

На наш взгляд здесь важны два момента.

1) При опытах с различными силами часто рассматриваются отдельно влияние изменения силы, действующей на тело, и влияние изменения массы тела. На самом деле, при опытах в поле тяготения: с изменением массы тела одновременно пропорционально меняется и сила, действующая на тело. Однако результаты опытов относили (явно или неявно) только к изменению массы.

2) При рассмотрении действия различных сил на тело, эти силы прикладываются, как правило, к одной точке или небольшому участка тела. При действии сил тяготения, последние прикладываются к каждой частице (ко всем точкам) тела.

Окончательный результат нашего рассмотрения:

Все тела в поле тяготения падают с одинаковым ускорением

потому, что ***с изменением массы тела, пропорционально изменяются силы гравитации, действующие на тело.***

Литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. М. 1967, с. 292.