Е. И. Игнатьев

Основные законы природы

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 001
ББК 72
Е11

Е. И. Игнатьев
Е11 Основные законы природы / Е. И. Игнатьев – М.: Книга по Требованию, 2021. – 44 с.

ISBN 978-5-458-40612-3

ISBN 978-5-458-40612-3

© Издание на русском языке, оформление «YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка, «Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

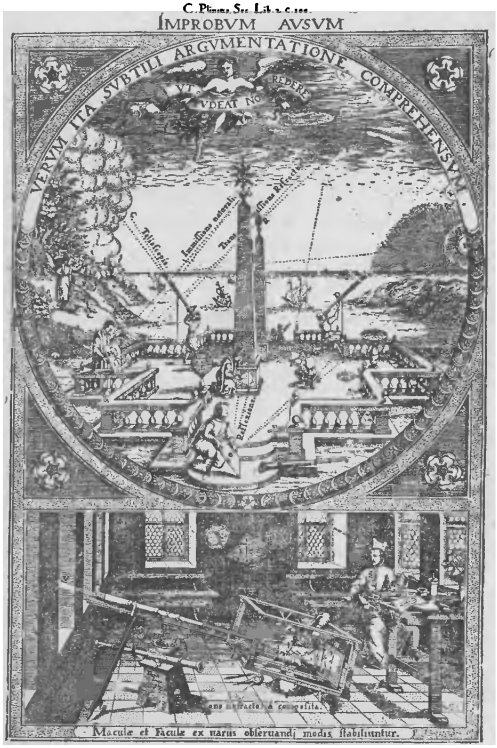
Серия Книжный Ренессанс
www.samizday.ru/reprint

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ

I. Смыслъ и значеніе «законовъ природы».—Предѣлы ихъ господства.

О «ЗАКОНАХЪ природы» говорятъ часто; но что слѣдуетъ понимать подъ этимъ выраженіемъ? Прежде всего ясно, что въ данномъ случаѣ рѣчь идетъ о научныхъ, а не такъ называемыхъ «гражданскихъ» законахъ. Въ чемъ же состоитъ разница между закономъ того и другого рода? По авторитетнѣйшему разъясненію К. Пирсона, «гражданскій законъ» заключаетъ въ себѣ приказаніе и обязательство. Научный же законъ есть описаніе, а не предписаніе. Гражданскій законъ имѣетъ значеніе только для извѣстнаго общества въ извѣстное время. Научный законъ имѣетъ значеніе для всякаго нормальнаго человѣческаго существа и неизмѣненъ, доколѣ его познавательныя способности остаются на той же ступени развитія.

Изъ непрерывныхъ изслѣдованій и изысканій, изъ связанныхъ съ ними размышленій и открытій образовалась великая совокупность науки, въ которой естественная наука въ настоящее время занимаетъ первенствующее мѣсто. Въ центрѣ же естественныхъ наукъ возвышаются науки физико-математическія. Количество явленій, открытыхъ физикой, представляется почти необъятнымъ. Успѣхи ея, особенно за послѣдніе годы, общеизвѣстны. Во многихъ отношеніяхъ разработаны тѣ качественныя и количественныя соотношенія, которыя обнаруживаются въ физическихъ явленіяхъ. Другими словами—найдены правила и законы, которымъ эти явленія подчинены. Число этихъ правилъ и законовъ очень велико, такъ какъ большинство ихъ относится лишь къ сравнительно весьма ограниченному кругу явленій того или другого рода. Но есть небольшое число такихъ правилъ и законовъ, которымъ приписывается очень высокая степень общности и которые господствуютъ надъ всѣми физическими явленіями, такъ что ихъ можно назвать основными законами и правилами.



Астрономическіе инструменты XVII вѣка.

Общедоступному изложенію этихъ основныхъ законовъ и ихъ исторической перспективы посвящены слѣ-

*

дующія страницы этой книги. Но для полной ясности и опредѣленности необходимо здѣсь же сразу точнѣе опредѣлить степень ихъ общности, или, скажемъ лучше,—предѣлы распространенія и господства этихъ законовъ.

Изъ общей совокупности законовъ и правилъ природы, изъ построенныхъ на основаніи ихъ научныхъ предположеній (гипотезъ) и допущеній (постулатовъ), въ нашемъ умѣ выростаетъ картина міра. Сообразно со степенью своего научнаго развитія, въ соединеніи со способностью къ наглядному представленію, каждый изъ насъ старается представить себѣ возможно ясную и отчетливую картину того, что происходитъ въ окружающемъ насъ неизмѣримомъ пространствѣ, но... (и здѣсь въ особенности необходимо подчеркнуть это «но») въ пространствѣ, конечно, лишь доступномъ нашему наблюденію. Совокупность всего заключающагося въ этомъ пространствѣ мы и будемъ называть міромъ, иначе говоря,—подъ словомъ «міръ» будемъ подразумѣвать то, что часто называютъ «астрономическимъ пространствомъ». Это пространство болѣе, чѣмъ огромно,—оно, можно сказать, неизмѣримо велико (для нашихъ обыкновенныхъ мѣръ и представленій). Лучъ свѣта, пробѣгающій въ одну секунду 300.000 километровъ, долженъ употребить многія и многія тысячелѣтія, чтобы пронизать это пространство изъ края въ край.

И все же, оно—конечно, ограничено. Міръ современнаго естествоиспытателя ограниченъ и конеченъ, какъ бы онъ ни былъ самъ по себѣ великъ. Такимъ образомъ, слово міръ на нашемъ языкѣ не слѣдуетъ смѣшивать со словами вселенная, которую можно мыслить безконечной. Вселенную можно опредѣлить, какъ совокупность не только наблюдаемаго, но всего существующаго вообще. Такъ что нашъ міръ въ пространствѣ есть лишь частица вселенной.

И вотъ, объ основныхъ законахъ этого-то міра мы только и можемъ говорить. Вопроса о томъ, приложимы ли эти законы ко вселенной, вообще, мы коснемся въ заключеніи. А теперь приступимъ къ освѣщенію самихъ законовъ, начиная съ закона всеобщаго или всемірнаго тяготѣнія.

II. Законъ всемірнаго тяготѣнія.

Когда вы узнаете, что Земля движется вокругъ Солнца, а Луна вокругъ Земли, и задаете вопросъ: «почему?»—то со временъ Ньютона отвѣчаютъ: «всеобщее притяженіе», или «тяготѣніе» (оба слова въ данномъ случаѣ употребляются въ одинаковомъ смыслѣ). Если вы вздумаете спросить, почему выпущенный вами изъ рукъ стаканъ летитъ не вверхъ, а непремѣнно падаетъ на полъ, вамъ отвѣчаютъ: «притяженіе», или «тяготѣніе». Положимъ, вы интересуетесь знать, въ чемъ собственно заключается разница между твердыми, жидкими и газообразными тѣлами. Опять-таки вамъ отвѣтятъ, что все дѣло во взаимномъ притяженіи или «сцѣпленіи», частицъ, составляющихъ данное тѣло.

«Что такое «вѣсъ» или «тяжесть?»—вздумаете вы разъяснить.—«Да это проявленіе все той же силы притяженія»—отвѣтятъ вамъ.

Всѣ эти отвѣты совершенно вѣрны, но понятны ли и ясны ли они?

Начало (принципъ) притяженія, или тяготѣнія, входитъ въ основаніе той части астрономіи, которая разбирается въ явленіяхъ движенія небесныхъ тѣлъ. Но это же начало приводится тотчасъ, какъ только мы заговоримъ о «паденіи» тѣлъ на Землю. Вообще же, ученіе о притяженіи составляетъ одну изъ самыхъ интересныхъ главъ въ исторіи науки. Только длиннымъ путемъ многовѣковыхъ усилій, со ступеньки на ступеньку, обагренную иногда кровью мучениковъ науки, человѣчество дошло, наконецъ, до истины, что каждая частица матеріи во вселенной притягиваетъ къ себѣ каждую другую,

и наоборотъ. Начало взаимнаго тяготѣнія проходитъ черезъ все твореніе нашей солнечной системы и распространяется на всѣ остальныя системы наблюдаемаго нами міра.

Земля есть шаръ или, вѣрнѣе, тѣло, близкое къ шару, носящее названіе геоида. И вездѣ на поверхности этого геоида тѣла падаютъ, иными словами, летятъ къ Землѣ по всевозможнымъ прямолинейнымъ направленіямъ. Но для всѣхъ этихъ направленій движенія свободно падающихъ тѣлъ существуетъ одинъ законъ: всѣ направленія, по которымъ тѣла свободно падаютъ на земную поверхность, сходятся въ центрѣ Земли.

Вотъ, слѣдовательно, первый законъ или правило земного притяженія. Всѣ тѣла падаютъ такъ, какъ будто ихъ притягиваетъ къ себѣ одна точка — центръ Земли. Это и есть законъ направленія притяженія.

Іоганнъ Кеплеръ.

Но для опредѣленія какой-либо силы мало знать одно только направленіе этой силы. Необходимо еще имѣть точное понятіе о величинѣ, или напряженіи силы.

О напряженіи силы притяженія на земной поверхности мы судимъ на основаніи измѣненія скорости свободно падающаго тѣла. Если находившееся раньше въ покоѣ тѣло начинаетъ падать, то, какъ мы наблюдаемъ, оно летитъ все быстрѣе и быстрѣе.

Подъ дѣйствіемъ только одной силы земного притяженія падающее тѣло развиваетъ въ первую секунду скорость отъ 0 до 32 футовъ. Если бы притяженіе Земли дѣйствовало одну секунду не болѣе, то тѣло и продолжало бы дальше падать съ этой пріобрѣтенной скоростью 32 фута въ секунду. Но притяженіе есть сила, дѣйствующая непрерывно (постоянная сила). Поэтому въ слѣдующую же 2-ю секунду падающее тѣло должно развить еще большую скорость. И дѣйствительно, измѣривъ скорость падающаго тѣла въ концѣ второй секунды, мы найдемъ, что оно развило уже скорость, равную приблизительно 64 футамъ въ секунду. Значитъ, къ величинѣ скорости, пріобрѣтенной въ концѣ первой секунды (32 ф.), приходится прибавить еще 32 фута, чтобы получить скорость въ концѣ второй секунды. Вотъ эта-то прибавочная скорость въ секунду времени и носитъ названіе ускоренія. Въ случаяхъ свободнаго паденія тѣлъ ускореніе обязано своимъ происхожденіемъ силѣ притяженія Земли, и оно же служитъ мѣрой напряженія этой силы на земной поверхности.

Стремленіе тѣлъ падать по направленію къ Землѣ, или притяженіе земной матеріи, создаетъ въ нашемъ умѣ представленіе о тяжести или вѣсѣ. Если бы сила тяготѣнія перестала дѣйствовать, то матерія (вещество), вообще, не имѣла бы вѣса. Такимъ образомъ, мы въ состояніи представить себѣ существованіе матеріи (вещества) безъ вѣса, такъ что отсутствіе силы притяженія (тяготѣнія) еще совсѣмъ не значитъ, что и сама матерія перестаетъ существовать. При обсужденіи весьма многихъ и тонкихъ

вопросовъ о строеніи міра это необходимо имѣть въ виду.

Самое замѣчательное, быть можетъ, свойство силы притяженія состоитъ въ томъ, что она одинаково распространяется на всѣ виды и роды вещества. Это значитъ, что если нѣсколько тѣлъ находятся на нѣкоторомъ, но для всѣхъ одинаковомъ, разстояніи отъ центра Земли, то сила (будемъ пока употреблять это слово) притяженія ихъ къ центру будетъ зависѣть только отъ количества заключающагося въ этихъ тѣлахъ вещества (матеріи), иначе говоря, — отъ массы тѣлъ, но никоимъ образомъ отъ качества, или состава этихъ массъ. Будутъ ли тѣла состоять, говоря грубо, изъ дерева, камня, олова, свинца, воды или газа,— все равно,—они будутъ притягиваться одинаково, если одинаковы количества заключенной въ нихъ массы. Въ этомъ отношеніи сила притяженія существенно отличается, напримѣръ, отъ силы магнетизма, или магнитнаго притяженія, которое имѣетъ мѣсто только для немногихъ извѣстнаго рода тѣлъ.

Коперникъ.

Изъ послѣдняго свойства притяженія слѣдуетъ, что если съ одинаковой высоты и въ одно и то же время пустить на Землю кусокъ, скажемъ, свинца и такое легкое тѣло, какъ перышко, то они при дѣйствіи одной только силы тяжести должны одновременно упасть на землю (ускореніе для всѣхъ одинаково). На самомъ дѣлѣ, оно такъ и есть.

Если же мы видимъ, что свинецъ падаетъ, какъ говорится, «стремглавъ», а перышко медленно кружится и колеблется въ воздухѣ и не скоро достигаетъ Земли, то здѣсь мы должны имѣть въ виду, что помимо силъ тяжести при обыкновенныхъ условіяхъ на тѣла дѣйствуютъ еще и другія силы. Въ частности— сила сопротивленія воздуха. Но если заставить падать тѣла въ лишенномъ воздуха пространствѣ съ одинаковой высоты въ одно и то же время, то они достигаютъ Земли вмѣстѣ.

Напряженіе силы притяженія измѣняется въ зависимости отъ высоты. Чѣмъ больше разстояніе отъ центра Земли, тѣмъ сила притяженія меньше. Допустимъ, напримѣръ, что мы поднялись надъ Землей приблизительно на высоту 6000 верстъ, т. е. на разстояніе, равное радіусу Земли. Значитъ, наше разстояніе отъ центра Земли увеличится вдвое. Оказывается, что при такомъ разстояніи напряженіе силы тяжести уменьшится вчетверо противъ такого же напряженія на поверхности Земли. Если на поверхности Земли свободно падающее тѣло проходитъ въ первую секунду пространство въ 16 футовъ, то на высотѣ 6000 верстъ въ ту же первую секунду оно пройдетъ только 4 фута. То же самое можно выразить и иначе: тѣло, скажемъ, «вѣситъ» на поверхности Земли (т. е. за 6000 верстъ отъ центра Земли) 1 фунтъ. На высотѣ 6000 верстъ отъ поверхности (или двойномъ разстояніи отъ центра) оно будетъ вѣсить только $^1/_4$ фунта; на высотѣ 12000 верстъ отъ Земли (или тройномъ разстояніи отъ центра Земли) оно будетъ вѣсить только одну девятую фунта, на разстояніи отъ земного центра вчетверо большемъ оно будетъ вѣсить 16 разъ меньше, т. е. одну шестнадцатую

фунта и т. д... Все вышеизложенное коротко выражаютъ такими словами: величина силы притяженія измѣняется обратно пропорціонально квадрату разстоянія отъ центра Земли.

Каждая частица матеріи (вещества) во вселенной притягиваетъ каждую другую частицу съ силой, которая направлена по прямой линіи, соединяющей эти частицы, и которая по величинѣ пропорціональна произведенію массъ этихъ частицъ и обратно пропорціональна квадрату разстоянія одной частицы отъ другой.

Вотъ тотъ законъ, на которомъ основывается современная наука, разбирающаяся въ явленіяхъ и устройствѣ части доступной намъ вселенной. Законъ этотъ выведенъ изъ весьма многочисленныхъ наблюденій и опытовъ,—въ частности изъ изученія законовъ паденія тѣлъ подъ дѣйствіемъ земного притяженія, а также законовъ движенія планетъ по ихъ криволинейнымъ (орбитамъ).

Галилей.

Указавъ на законы свободнаго паденія тѣлъ, на свойства земного притяженія и изложивъ законъ всеобщаго тяготѣнія, перейдемъ къ самому, быть можетъ, интересному вопросу: на какомъ основаніи и почему допущена такая всеобщность этого закона? Что даетъ безспорное право наукѣ строить на этомъ законѣ, если не все мірозданіе, то во всякомъ случаѣ нашу солнечную систему?

Исаакъ Ньютонъ (1643—1727) первый задалъ себѣ задачу подняться выше доступныхъ человѣческой ноги горъ и провѣрить этотъ законъ сначала по взаимодѣйствію, если оно есть, между Землей и ея спутникомъ—Луной.

Разстояніе между Луной и Землей въ его время было уже опредѣлено. Массы того и другого тѣла тоже были опредѣлены довольно точно. Слѣдовательно, принимая приведенный нами выше законъ за истину, оставалось вычислить величину силы земного притяженія на разстояніи Луны отъ Земли. Выполнивъ эту задачу, Ньютонъ нашелъ, во-первыхъ, что эта сила совершенно достаточна для того, чтобы удержать Луну на ея орбитѣ при движеніи вокругъ Земли. Вслѣдъ затѣмъ онъ на этомъ же основаніи объяснилъ свойства луннаго движенія и, въ концѣ концовъ, доказалъ, что сила взаимодѣйствія между Землей и Луной есть именно та сила «тяжести», которая заставляетъ падать на земную поверхность всякое свободное, ничѣмъ не удерживаемое тѣло.

Но если это есть та самая сила, то на первый взглядъ представляется непонятнымъ, почему Земля не притягиваетъ къ себѣ Луны совсѣмъ? Почему Луна не падаетъ на Землю, а то приближаясь, то удаляясь отъ нея, всегда остается на одномъ и томъ же среднемъ разстояніи, двигаясь по замкнутой орбитѣ.

Если бы Земля и Луна были обѣ въ покоѣ, то несомнѣнно, что дѣйствующее между ними по прямой линіи тяготѣніе привело бы къ тому, что одно тѣло упало бы на другое. Но дѣло въ томъ, что Луна движется, и все вліяніе притяженія, оказываемаго на нее Землей, сводится только къ тому, чтобы обратить это

прямолинейное движеніе Луны, отдаляющее ее отъ Земли, въ криволинейное—вокругъ Земли.

На основаніи сказаннаго легко будетъ понять слѣдующее.

Вотъ мы беремъ заряженную пушку и стрѣляемъ. По первому закону движенія (законъ инерціи) ядро, получившее мгновенный толчокъ, должно двигаться съ одной и той же скоростью вѣчно и прямолинейно. Но на то же ядро дѣйствуетъ извнѣ и другая сила—сила постояннаго притяженія Земли (другія силы, — какъ сопротивленіе воздуха и т. д.—мы здѣсь не беремъ въ расчетъ); и по второму закону движенія это летящее равномѣрно и прямолинейно ядро должно падать, — постоянно измѣнять движеніе по направленію къ центру Земли. Что же получится въ результатѣ? Ясно, что ядро отъ мгновенія къ мгновенію подъ дѣйствіемъ притяженія будетъ отклоняться отъ своего прямолинейнаго движенія. Оно опишетъ нѣкоторую кривую (параболу) и въ концѣ концовъ упадетъ на Землю. Но возможно представить и другой случай. Сила заряда будетъ столь велика, что ядро разовьетъ первоначальную скорость въ 7—8 вер. въ секунду. При этой скорости, оказывается, движеніе ядра по инерціи (по первому закону) въ соединеніи съ дѣйствіемъ притяженія (по второму закону) будетъ таково, что ядро не упадетъ на Землю, а будетъ носиться вокругъ нашей планеты по круговой линіи. Оно обратится такимъ образомъ въ «спутника» Земли.

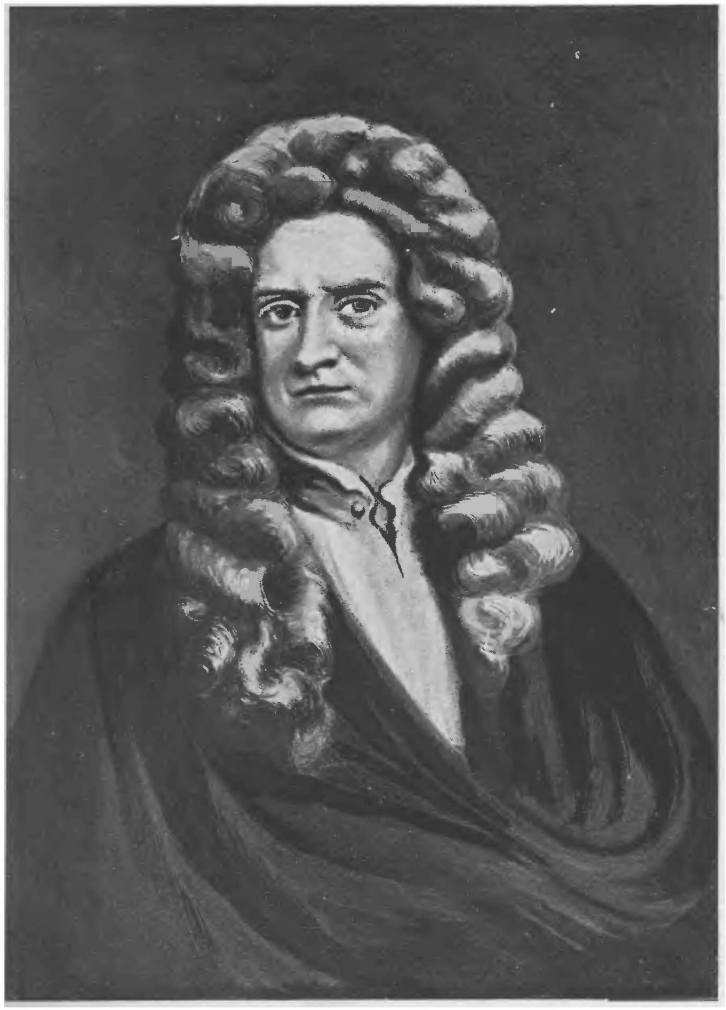
Сравнительныя разстоянія планетъ.

Совершенно то же самое происходитъ и съ Луной. Ньютонъ, зная разстояніе, массы Луны и Земли, самостоятельно вычислилъ, какая сила земного притяженія потребна для того, чтобы заставить движущуюся по инерціи прямолинейно Луну не уходить отъ Земли, а вращаться около послѣдней.

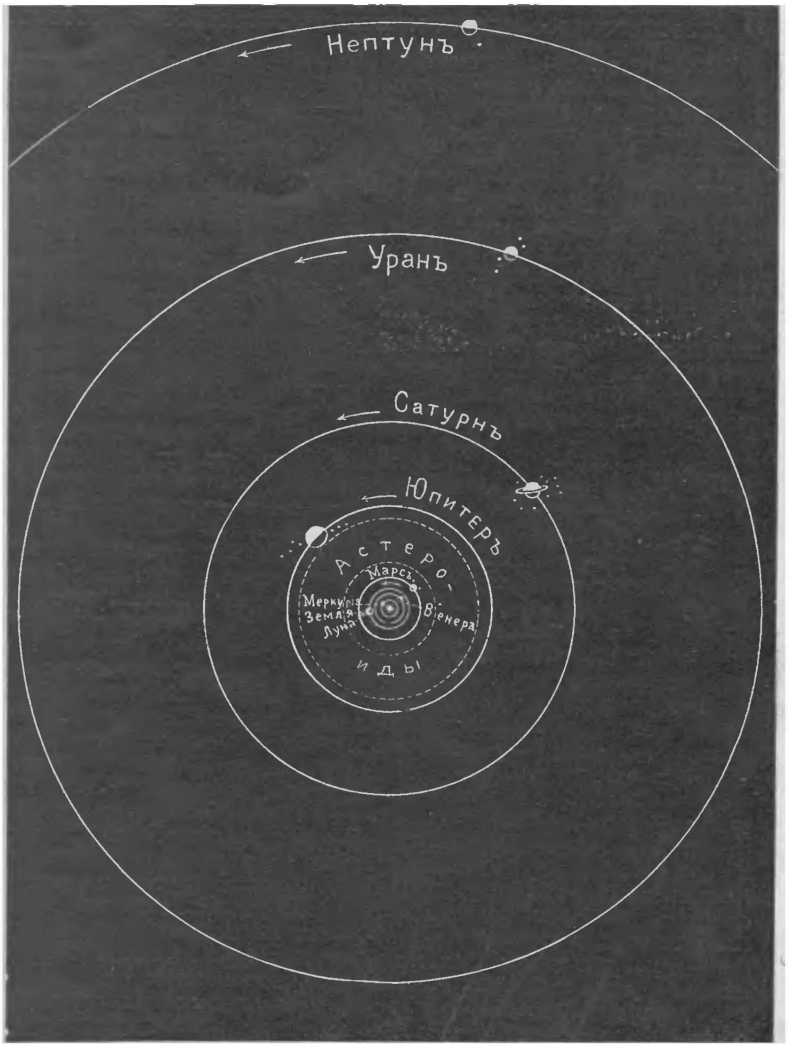
Оставалось итти дальше,—проникнуть во вселенную глубже. Мы уже знаемъ, что Кеплеръ въ XVI столѣтіи, воспользовавшись наблюденіями Тихо-Браге, вывелъ законы движенія планетъ около Солнца. Приложивъ общій законъ всемірнаго тяготѣнія и законы движенія, Ньютонъ всѣ законы Кеплера вывелъ изъ этого общаго закона, какъ частные случаи. «Практическіе», выведенные изъ наблюденій, кеплеровскіе законы стали достояніемъ научной теоріи—небесной механики. Вся солнечная система оказалась подчиненной одному великому закону,—закону всеобщаго тяготѣнія, проявленія котораго мы наблюдаемъ ежедневно при видѣ падающаго тѣла. Но наука идетъ дальше. Есть всѣ основанія предполагать, что тотъ же законъ господствуетъ и дальше, за предѣлами нашей солнечной системы, въ другихъ отдаленнѣйшихъ звѣздныхъ мірахъ. Наблюденія надъ такъ называемыми «двойными» и вообще сложными звѣздами въ особенности убѣждаютъ въ этомъ.

Такъ правильный и постоянный ходъ научной мысли отъ разсмотрѣнія явленія падающаго камня возвышается до проникновенія въ тайны міровыхъ законовъ.

Свои начала механики и законъ всемірнаго тяготѣнія съ вытекающими изъ него слѣдствіями Ньютонъ изложилъ въ книгѣ «Математическія Начала Естественной Философіи». Сочиненіе это остается до сихъ поръ непревзойденнымъ образцомъ геніальности и значительнѣйшимъ изъ всѣхъ появляв-



Ньютонъ.



Солнечная система.

шихся когда-либо трудовъ въ области естествознанія. О впечатлѣніи, произведенномъ имъ на современниковъ, лучше всего свидѣтельствуютъ слова ученаго члена Британскаго Королевскаго Общества, разбиравшаго этотъ трудъ: «все готово, больше нечего дѣлать».

Но само собой разумѣется, что какъ механическія идеи Ньютона, такъ и самый законъ всеобщаго тяготѣнія не были, такъ сказать, придуманы или изобрѣтены Ньютономъ и что они появились предъ очами изумленнаго человѣчества вдругъ, какъ Аѳина во всеоружіи изъ голо-

вы Зевса. Идея всемірнаго тяготѣнія во времена Ньютона, можно сказать, уже носилась въ воздухѣ. Ей только посчастливилось, если можно такъ выразиться, въ томъ отношеніи, что за обработку ея взялся такой геній, какъ Ньютонъ, смогшій формулировать и развить ее, какъ никто. Исторія же науки доказываетъ, что Ньютонъ имѣлъ предшественниковъ и современниковъ, весьма близко подходившихъ къ вопросу о всеобщемъ тяготѣніи. Такъ, вопроса этого касался Галилей, разработавшій ученіе о свободномъ паденіи тѣлъ. Близко подходилъ къ этому же предмету и Кеплеръ.

Наконецъ, современникъ Ньютона, Гукъ, даже оспаривалъ у Ньютона не только первенство открытія, но чуть ли не самую формулировку закона всеобщаго тяготѣнія, чѣмъ возбудилъ вполнѣ справедливое негодованіе генія.

Какъ бы то ни было, но въ исторіи развитія человѣчества одно изъ величайшихъ завоеваній человѣческаго разума останется навсегда связаннымъ съ именемъ Ньютона, справедливо названнаго «украшеніемъ человѣческаго рода».

Здѣсь кстати будетъ вспомнить о красивой легендѣ, создавшейся около имени Ньютона по поводу открытія имъ закона всемірнаго тяготѣнія. Разсказываютъ, что яблоко, упавшее съ яблони въ саду, направило мысли Ньютона на вопросъ, почему оно падаетъ внизъ, на землю, а не летитъ вверхъ? И вотъ, въ результатѣ такихъ размышленій явилась формулировка великаго закона природы. Легенда эта, какъ и всякая иная легенда, принадлежитъ, конечно, къ области вымысла. Но зерно истины въ ней есть, и зерно это заключается въ томъ, что великій геній думалъ,— онъ умѣлъ думать и размышлять. Тотъ же Вольтеръ, который передаетъ эту легенду, разсказываетъ при этомъ другой весьма правдоподобный фактъ.

Когда Ньютона спрашивали, какъ онъ достигъ своихъ удивительныхъ открытій, великій человѣкъ отвѣчалъ просто:

— Я много объ этомъ думалъ.

Умѣть думать и много думать— вотъ разгадка генія. Какъ это съ виду просто, но и какъ трудно...

Среди публики можно иногда услышать не лишенный основанія вопросъ. Если, дѣйствительно, существуетъ взаимное тяготѣніе между матеріальными тѣлами, то почему оно не наблюдается въ окружающихъ насъ условіяхъ? Почему, скажемъ, наприм., огромный чугунный шаръ видимо не притягиваетъ къ себѣ положенную рядомъ съ нимъ дробинку и т. п.? Вопросы такого рода, повторяемъ, не лишены извѣстнаго основанія, и по поводу ихъ не мѣшаетъ обратить вниманіе и на количественную сторону силы тяготѣнія.

Оказывается, что силы тяготѣнія между небольшими тѣлами незначительны и далеко превосходятся, напр., магнитными, электрическими и химическими силами. Притяженіе между тѣлами опредѣленной малости можетъ быть болѣе, чѣмъ уравновѣшено даже давленіемъ, возникающимъ вслѣдствіе ихъ взаимнаго излученія (лучеиспусканія), несмотря на то, что давленіе, возникающее отъ такого излученія, почти безконечно мало. Отсюда слѣдуетъ, что достаточно малыя тѣла любой температуры даже отталкиваютъ другъ друга, если только они не заключены въ оболочку постоянной температуры, гдѣ лучистое давленіе на нихъ со всѣхъ сторонъ одинаково.

Притягательная сила тяготѣнія между молекулами чрезвычайно мала; между же двумя атомами или двумя электронами *) она настолько мала, что ею можно пренебречь, хотя бы разстояніе между ними и не выходило изъ предѣловъ размѣра молекулы.

Когда дѣло идетъ о тѣлахъ астрономическихъ размѣровъ, сила тяготѣнія перевѣшиваетъ всѣ другія си-

*) Понятіе объ электронѣ будетъ дано ниже.