

А.Л. Петелин
Т.Н. Гаева
А.Л. Бреннер



Естествознание



Профессиональное образование (Неолит)

Александр Петелин

Естествознание

«Неолит»

2010

УДК 5(075.32)
ББК 20я723

Петелин А. Л.

Естествознание / А. Л. Петелин — «Неолит»,
2010 — (Профессиональное образование (Неолит))

ISBN 978-5-91134-417-7

В учебнике изложены основные современные представления о Вселенной, ее образовании, строении и будущем. Рассмотрено строение нашей галактики и Солнечной системы. Приведены сведения о строении Земли. В отдельных разделах даны краткие сведения по физике и химии. Вторая часть учебника посвящена биологии и экологии в широком смысле этого понятия. Затронуты вопросы экосистем, учения академика Вернадского о биосфере. Книга написана живым и очень доступным языком, снабжена интересным иллюстративным материалом. Она предназначена для обучения по курсу «Естествознание» в колледжах гуманитарного профиля, а также может быть полезна преподавателям средних учебных заведений. Надеемся, что широкий круг любознательных молодых читателей тоже сможет почерпнуть в ней немало интересного.

УДК 5(075.32)
ББК 20я723

ISBN 978-5-91134-417-7

© Петелин А. Л., 2010
© Неолит, 2010

Содержание

Предисловие	6
Часть I. Физическая картина мира	7
Глава 1. Методы познания мира	7
1.1. Фундаментальные науки	11
1.2. Общие науки – науки второго уровня	12
Глава 2. Масштабы реального мира	14
Глава 3. Солнечная система	18
3.1. Дополнительная информация. Физика	19
Конец ознакомительного фрагмента.	25

**Александр Петелин, Татьяна
Гаева, Арон Бреннер
Естествознание**

© Петелин А. Л., Гаева Т. Н., Бреннер А. Л., 2010

© Издательство «ФОРУМ», 2010

* * *

Предисловие

Перед вами книга, которую авторам не хотелось бы называть учебником, хотя об этом и говорит надпись на титульном листе. Мы старались написать просто и интересно о достаточно сложных вещах и процессах, чтобы у читателей сложилось представление о том физическом пространстве, в котором мы с вами живем, о том, как образовалась и как устроена Вселенная, да и мы сами, а заодно и остальной живой мир.

Вселенная существует несколько миллиардов лет, Земля чуть меньше. Человек начал осваивать Землю несколько миллионов лет назад. Сначала люди просто старались выжить, и это стоило больших трудов. Однако, судя по имеющимся археологическим находкам, даже в то время человек старался как-то осмысливать свои взаимоотношения с окружающим миром. Конечно, в то время это осмысление ограничивалось в основном приспособлением к окружающему, в значительной степени враждебному миру, полному непонятных и страшных явлений и населенному диким опасным зверьем.

Постепенно взаимоотношения человека с природой менялись. Появилось желание попытаться приспособить что-то из окружающего мира для своей пользы. Научились строить жилища, сначала лодки, а затем и корабли. Начали осваивать пространства суши, морей и даже океанов. Появилась настоятельная необходимость научиться ориентироваться. Оказалось, что в этом здорово помогают звезды, пришлось придумать и создать соответствующие инструменты, а заодно и математический аппарат. Научились добывать руду и плавить металл. Вообще все, чему научился и что сейчас умеет делать Человек, ни в сказке сказать, ни пером описать. И если раньше ученый-энциклопедист мог быть одновременно врачом, ботаником, металлургом и т. д., то сейчас существует огромное число практически не связанных друг с другом специальностей. Юрист совсем не обязательно должен досконально разбираться в физической химии, а библиограф – в ботанике и молекулярной биологии. Но... есть знания, которые нужны всем, для того чтобы представлять мир, в котором нам довелось жить. Надеемся, что книга, которую вы держите в руках, поможет вам в этом.

С уважением, авторы.

Часть I. Физическая картина мира

Глава 1. Методы познания мира

Рассмотрим вкратце место естествознания среди методов познания окружающего нас мира.

Вопрос первый: какие вообще существуют методы познания?

Считается, что имеется четыре основных направления, по которым движется человеческое сознание при получении любых сведений, необходимых для создания общей для общества в целом и для каждого человека в отдельности картины мира. Это религия, мистика, философия, наука.

Исследовать подробно каждый из этих путей – сложная, неоднозначная и крайне трудоемкая задача. Мы этим заниматься не станем, охарактеризуем только некоторые, существенные на наш взгляд, черты четырех методов познания для того, чтобы можно было понять отличия, свойственные научному подходу, независимо от того, о каких науках идет речь, и естествознанию как части научного знания.

Религиозные знания получают с помощью непосредственной передачи от некоторых независимых источников, в частности от пророков, которые считаются каналами связи с верховным божеством (божествами); эти знания не подвергаются сомнению и проверке, пользуются неограниченным доверием; основа принципа – вера.

Во время *мистических* ритуалов человек не отделяет себя от объекта изучения, другими словами, не глядит на объект со стороны, а старается привести себя в состояние, когда и объект, и изучающий его человек становятся единой сущностью. Такие специфические состояния отличаются от обычных состояний повседневной жизни, что позволяет получать доступ к наблюдению явлений как бы со всех сторон сразу.

Философия – это поиски общих принципов описания мира в целом посредством логических размышлений. Философские истины не требуют опытного подтверждения.

Путь *науки* иной. Он отличается от трех предыдущих тем, что направлен на исследование конкретных явлений и процессов в природе (живой и неживой) и в обществе, на установление устойчивых, повторяющихся связей между явлениями, предметами и их свойствами – законов, которые являются объективными характеристиками изучаемой реальности. Объективность научных истин достигается их идентичностью независимо от места и времени их установления, от индивидуальности (личных качеств, национальности, политических взглядов и т. д.) исследователя, от используемых методов исследования. Исследователь при этом отделен от явления, находится вне его. Процесс исследования не должен влиять на происходящие процессы и строение объектов изучения.

Всеобъемлющее определение научного метода познания дать не просто, и даже, если бы это удалось, на начальной ступени обучения это, возможно, внесло бы дополнительную сложность при освоении курса естествознания. Постараемся в процессе изложения материала вносить уточнения и дополнения, связанные с понятием *наука*, используя отдельные частные примеры. Надеемся, это поможет более точно охарактеризовать роль науки в современном обществе.

Человеческий разум устроен таким образом, что все, что попадает в его поле зрения, проходит этапы сортировки и систематизации. Вначале выделяется самое основное, самое важное, на что следует обратить внимание, остальное менее существенное либо откладывается в сторону до лучших времен, либо вообще исключается из рассмотрения (забывается). Затем то, что выбрано для рассмотрения, раскладывается «по полочкам» в соответствии с привыч-

ными критериями (признаками) – весом, размером, вкусом, цветом и т. д. Эти же принципы мышления лежат и в основе научного метода познания. Используем их вначале для описания общих свойств самой науки. Какая она? Или какие они? Их же, как известно, довольно много. Чем отличаются, чем похожи, т. е. как их можно классифицировать?

Рассмотрим самое известное деление наук на две основные группы: гуманитарные и естественные науки.

Выделенные группы отличаются друг от друга предметом изучения. *Гуманитарные науки* занимаются изучением собственно человека, его взаимоотношений с природой, с другими людьми. Исследуются группы людей, сообщества, классы, ну и целиком человеческое общество – его формации, история, культура, его современная жизнь и развитие.

Естественные науки занимаются изучением внешнего по отношению к человеку как к индивиду и внешнего по отношению к обществу мира. В этот внешний мир входит все природное, что мы видим вокруг себя: земля, вода, воздух, горы, равнины, океаны, все, что существует на нашей планете, сама планета Земля и другие известные планеты, Солнце, звезды. В него входит то, что мы не можем разглядеть невооруженным глазом, но из чего состоит все вышеперечисленное: молекулы, атомы, электроны и другие микрочастицы, фотоны. В него также входит все, что когда-либо создано человеком и находится с тех пор под воздействием природных субстанций и сил: здания, орудия труда, средства транспорта, различные машины, металлические конструкции, различные бытовые и промышленные изделия, современные электростанции и предприятия, компьютеры, космические аппараты – этот список можно продолжать до бесконечности. Кроме того, во внешний мир входит вся живая природа, которая находится на поверхности Земли, растения, животные, микроорганизмы. Если когда-нибудь обнаружится присутствие жизни на других планетах или в других планетных системах, то эта внеземная жизнь тоже войдет во внешний по отношению к человеку мир. И наконец, во внешний мир входит и сам человек, как составляющая часть биосферы Земли. Естественные науки занимаются строением человеческого тела, его жизненными функциями, его болезнями(!), физико-химическими процессами, происходящими в живых тканях и органах человека.

Учитывая такой огромный объем вопросов, которыми занимается естествознание, и понимая, какой труд необходим, чтобы охватить все перечисленные области, возникает...

Вопрос второй: какова (каковы) причина (причины) существования такой обширной области научного знания, какой является естествознание, и нельзя ли обойтись меньшим количеством знаний о внешнем мире?

Действительно, исследование всех упомянутых направлений, всей Вселенной во всех аспектах требует концентрации умственных усилий большого количества способных, склонных к научному анализу людей и, несомненно, очень значительных финансовых затрат. Вместе с тем естественно-научное знание существовало во все века и тысячелетия развития цивилизации. И в настоящее время все государства вкладывают в развитие естественных наук с каждым годом все большие средства. В чем тут дело? Ответ на этот вопрос, на наш взгляд, каждый человек может найти самостоятельно. Представим себе, что на исследования не будут выделяться деньги. Это возможно, и это действительно часто происходило, например, в неурожайные годы, во времена стихийных бедствий или затяжных войн, когда денег едва хватало для поддержания государственных институтов, для предотвращения болезней и голода. Прекращались ли в такие периоды научные изыскания? Замедление темпов развития естественных наук в тяжелые для государств времена происходило, однако полностью научная мысль не останавливалась никогда. Находились люди, для которых изучение движения небесных светил, темпов роста растений, процессов взаимодействия между собой веществ, имеющих различные свойства и природу, было интересно само по себе, независимо от получаемого вознаграждения. Значит, людей всегда волновал вопрос: как устроен мир?

С другой стороны, карта звездного неба помогала прокладывать путь морским судам, изучение факторов роста зерновых растений давало возможность повысить урожаи и увеличить объемы продуктов питания, разработка новых материалов позволяла создавать удобные жилища, средства передвижения и инструменты для работы в различных отраслях человеческой деятельности.

Таким образом, на второй вопрос ответ может быть следующим: существует как минимум две основные причины развития естественных наук. Первая из них – удовлетворение при-сущего людям интереса к устройству внешнего мира. Этот интерес в явном, неприкрытом виде проявляется в раннем детстве. Ребенку хочется выяснить, как устроена игрушка, почему кру-тится колесико детской машинки, откуда берется огонек пламени? И он разбирает игрушки на мелкие части, иногда попросту ломает их, наблюдает за машинами, тянется к спичкам. Уче-ные-естествоиспытатели почти как дети, им тоже интересно все вокруг: что происходит, в чем причина происходящего. Что такое свет, какой он бывает и как распространяется? Как проис-ходят взрывы, какие силы перемещают континенты и вызывают землетрясения, каковы законы наследственности? Этот интерес, это качество всегда было присуще людям, в просторечии его называют любопытством. Если быть более точным, то правильнее говорить о любознательно-сти, т. е. о любви к знаниям.

Вторая причина поступательного движения естествознания тоже понятна. Человеку свойственно желание улучшить свою жизнь: иметь достаточное количество вкусной и каче-ственной пищи, получить механизмы, помогающие в работе, быстро перемещаться на большие расстояния. Хочется быть здоровым и жить подольше. И еще многое другое. Чтобы всего этого достигнуть или хотя бы двигаться к этому благополучию, одной философии недостаточно. Необходимы точные знания в различных областях, которые позволяют рассчитывать, констру-ировать, строить и делать прогнозы (не только погоды). Все эти возможности дает человеку естествознание.

Итак, если суммировать вышесказанное, то можно коротко подытожить: *причинами раз-вития естествознания являются человеческая любознательность и стремление к дальней-шему развитию цивилизации.*

Вопрос третий: как происходит познание окружающего мира? В различных естествен-ных науках это происходит одинаково или по-разному? Если по-разному, существуют ли общие черты?

Вопрос снова не прост. Попробуем ответить схематично, условно, но, по возможности, понятно.

Конечно, различные естественные науки в зависимости от предмета изучения исполь-зуют различные конкретные приемы и методы. Но общие черты всего процесса узнава-ния нового, безусловно, есть. Если рассматривать этот процесс независимо от определенной задачи, то можно представить себе следующую поэтапную схему процесса естественно-науч-ного познания:

Наблюдение → Опыт → Обобщение → Прогноз.

Наблюдение – это несколько пунктов исследовательской деятельности:

- выбор объекта (явления, процесса и т. д.) во внешнем мире, который следует (есть необходимость, есть интерес) изучать, т. е. выбор направления, куда мы (т. е. какая-либо наука) смотрим;
- внимательное обследование выбранного объекта в естественных условиях его суще-ствования с целью получения о нем наибольшей возможной информации;

- отнесение данного объекта (явления) к определенной, уже известной категории объектов с похожими свойствами и характеристиками, т. е. расположение объекта на некоторой известной нам «полочке».

Опыт – это испытание объекта (процесса) каким-нибудь имеющимся в наличии способом, чтобы проверить, как он будет вести себя при изменяемых внешних условиях. Например, предположим, проводится исследование некоторой горной породы для изучения возможности облицовки этой породой фасада жилого дома. Наблюдение за образцами породы в природных условиях показало, что она выдерживает длительное пребывание при различных температурах и влажности и воздействии других атмосферных факторов, внешний вид породы также соответствует предъявляемым требованиям. Однако материал породы дополнительно должен обладать определенными прочностными свойствами, иметь заданный химический состав и проч. Чтобы проверить, насколько это соответствует действительности, необходимо провести определение таких свойств, как твердость, хрупкость, обрабатываемость образцов породы. Необходимо направить пробы на химический анализ и другие испытания, которые обычно проводят для строительных материалов. Все эти процедуры и есть опыт или опыты, которые призваны расширить наши знания об объектах наблюдения, обнаружить свойства, которые нам важны и нужны для решения поставленной исследовательской задачи.

Когда накоплено достаточно данных относительно объекта (процесса) исследования, нужно систематизировать эти данные, сопоставить их с имеющейся предварительной информацией (найти похожие черты), сравнить с другими аналогичными объектами, найти сходства и отличия, определить, каким известным законам подчиняется поведение объекта. В целом это то, что мы называли *обобщением*, или *анализом*. Абстрактный (отвлеченный) анализ призван дать наиболее цельную картину изучаемого явления (объекта), пригодную для обсуждения среди коллег и специалистов. Явление должно стать предсказуемым, описываемым математическими зависимостями.

В результате становится возможным (оправданным) делать *прогноз* событий, связанных с данным явлением (объектом) при заданных условиях, в заданном месте, в заданное время. Слово «прогноз» у нас обычно ассоциируется со словом «погода» – прогноз погоды. Прогноз погоды как раз и является результатом деятельности различных естественных наук, которая осуществляется в соответствии с предложенной схемой. Сначала с помощью наблюдения устанавливаются основные особенности изменчивости погоды в заданном месте в зависимости от его географического положения, его широты и долготы и других географических и атмосферных условий (высоты над уровнем моря, рельефа земной поверхности, распределения поверхностных вод, преимущественного направления ветра и т. д.). Затем проводятся опыты – шарызонды позволяют измерить распределение температуры и влажности на различных высотах, сеть метеостанций определяет обстановку в различных климатических поясах, метеоспутники передают распределение облачных масс и положения воздушных фронтов. Далее полученная информация суммируется, тщательно обрабатывается, обсчитывается на суперкомпьютерах, т. е. обобщается. В результате оказывается возможным предсказать состояние погодных условий в выбранном месте на несколько дней вперед, а значит, подготовить прогноз погоды.

Напомним еще раз, что рассматриваемая схема дает сильно упрощенное представление о процессе естественно-научного познания. Она не является всеобъемлющей, не позволяет полностью охарактеризовать любое отдельно взятое движение научной мысли. Существует очень большое количество особенностей, мелких и средних деталей, преград, тупиков и обходных путей при путешествии исследователей дорогой знания. Приведенная схема – это как бы взгляд издалека на эту дорогу, набросок общего пути. Каждый, кто готовится к путешествию, должен кроме общей схемы заранее приобрести много дополнительных сведений относительно выбранной им дороги, узнать, по территории какой науки придется двигаться, с какими препятствиями придется иметь дело.

Поэтому вернемся опять к вопросу классификации. Только теперь остановимся не на классификации науки вообще, а на классификации самих естественных наук. Как уже было сказано, и все современные люди хорошо себе это представляют, естественных наук в наше время очень (!) много. Настолько много, что их простое перечисление может занять значительное время и место. Да простое перечисление и не поможет разобраться, чем занимаются отдельные науки, как они между собой связаны, какова общая структура естественно-научного знания. Поэтому будем двигаться в соответствии с научным принципом – постараемся найти возможность разделения всех известных наук на группы по каким-нибудь явным, понятным нам признакам.

Введем один из таких признаков, который кажется нам ключевым, во всяком случае, очень удобным для начала сортировки всего множества наук о внешнем мире. Назовем этот признак «степенью охвата каждой наукой явлений природы» или «степенью общности науки». Чем больше явлений, объектов и т. д. описывает данная наука, чем больше ее применимость в различных сферах окружающего мира и мира человеческой деятельности, тем она более общая. Выделим из всех наук те, которые имеют самую большую из всех остальных степень охвата и самую большую общность в описании процессов и явлений, так называемые науки 1-го уровня. Будем считать, что законы и теории, которые разрабатываются и выдвигаются науками 1-го уровня, являются основополагающими для всех остальных наук, являются наиболее общими. Поэтому назовем науки 1-го уровня *фундаментальными* или *базовыми*, имея в виду, что они составляют основу, фундамент естествознания в целом. Перечислим науки, которые, по нашему мнению, можно назвать фундаментальными. И постараемся это сделать так, чтобы они совместно представляли все возможные области естественно-научного знания.

1.1. Фундаментальные науки

Астрономия – наука о Вселенной, изучающая движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и их систем. Важнейшими разделами астрономии являются космология и космогония. *Космология* – это физическое учение о Вселенной как целом, ее устройстве и развитии. *Космогония* изучает вопросы происхождения и развития небесных тел (звезд, планет и т. д.).

Физика изучает законы окружающего мира, наиболее общие свойства материи и формы ее движения (механическую, тепловую, электромагнитную, атомную, ядерную) и имеет много видов и разделов (общая физика, теоретическая физика, экспериментальная физика, механика, молекулярная физика, атомная физика, ядерная физика, физика электромагнетизма и т. д.).

Химия – наука о веществах, их составе, строении, свойствах и взаимных превращениях, сопровождающихся изменением состава и структуры. Она изучает химическую форму движения материи и делится на *неорганическую* и *органическую химию*. Она включает в себя биохимию, биогеохимию, геохимию, агрохимию, медицинскую химию, физическую химию, термохимию, электрохимию, фотохимию, ядерную химию, криохимию, плазмохимию, механохимию, космохимию, химию переработки сырья и т. д.

Биология относится к наукам о живой природе и является самой разветвленной наукой (содержит зоологию, ботанику, физиологию животных и человека, экологию, физиологию растений, биологическую химию, микробиологию, гидробиологию, цитологию, физиологию клетки, биофизику, генетику, эмбриологию, молекулярную биологию, молекулярную генетику, вирусологию, космическую биологию, эволюционную теорию и т. д.).

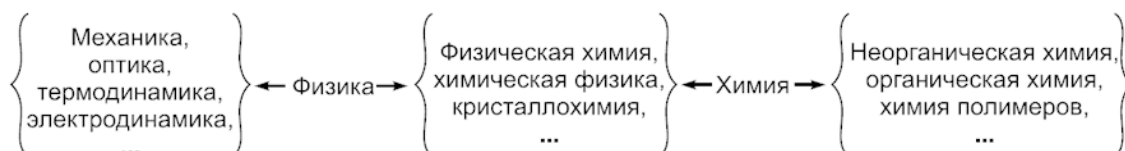
Кибернетика – наука, с помощью математических методов изучающая управляющие системы и процессы управления, способы создания и тождественного преобразования algo-

ритмов, описывающих процессы управления, протекающие в действительности; наука о процессах приема, передачи, переработки и хранения информации.

Определения представленных фундаментальных наук, конечно, не могут дать о них исчерпывающего представления. Однако перечисленные науки имеют самые большие области охвата, более общих естественных наук не осталось. И все возможные стороны внешнего мира также оказались учтены: все, что над нами, – планеты, звезды, космос, Вселенная – изучает астрономия; законы движения и взаимодействия для любых материальных объектов и систем – физика; все многообразие веществ, которые нас окружают, находятся над нами и под нами (и внутри нас), их взаимопревращения – химия; весь мир живой природы – биология; все о системах управления в живых и неживых системах – кибернетика.

Далее должны следовать науки 2-го уровня, назовем их *общими*. Они по степени охвата уступают фундаментальным наукам, однако по-прежнему рассматривают очень большие области природы. Их условно можно считать большими разделами фундаментальных наук, иногда это могут быть промежуточные научные области, находящиеся на стыках фундаментальных наук.

1.2. Общие науки – науки второго уровня



Общие науки оказываются необходимы, так как области «владения» фундаментальных наук так велики, что на достижение высокого научного уровня даже в одном из разделов наук 1-го уровня можно потратить целую жизнь. Так, например, заниматься тонкостями биохимии часто не под силу высококлассному специалисту в области неорганической химии. Для поддержания темпов развития естественных наук и получения качественно новых знаний требуется движение широким фронтом с рассмотрением более узких, чем в фундаментальных науках, сфер научной деятельности.

Вместе с тем деление предметов исследования в естествознании до уровня общих наук также оказывается недостаточным. Сегодняшний день требует тщательного изучения все более узких вопросов, внутри которых появляются все новые стороны и грани. Поэтому приходится вводить еще один, 3-й научный уровень, который включает науки еще меньшего охвата. Их можно назвать частными науками. В качестве примера таких наук можно привести океанологию, эмбриологию или климатологию.

Понятно, что количество наук на каждом следующем уровне с меньшим охватом естественно-научных направлений намного больше, чем на предыдущем. Поэтому чем больше сужается область конкретных научных интересов, тем быстрее возрастает численность естественных наук, рассматривающих данные области.

Последний, 4-й уровень, которым следует дополнить получившуюся вертикальную структуру естественно-научных знаний, включает в себя прикладные (или технические) науки. Цель этих наук – донести фундаментальные знания до решения практических задач, возникающих постоянно в различных сферах человеческой деятельности. Решение практических задач – это то основное, что получает общество из сокровищницы естественнонаучных знаний. Можно перечислять очень большое количество названий, соответствующих наукам 4-го уровня. Ну, например, металловедение, промышленная электроника, сопротивление материалов и т. д. Каждая из этих (и других аналогичных) наук освещает свой спектр специфических вопросов, которые требуют постоянного контроля при использовании различных изделий, кон-

струкций, механизмов и машин, сооружений, построек, средств транспорта и т. д. Науки 4-го уровня, так же как науки всех вышележащих уровней, находятся в состоянии совершенствования и постоянного развития. Иначе не происходило бы возникновение новой бытовой техники, расширение области производства продуктов питания и новых технологий, которые направлены на подъем нашего уровня жизни.

На этом мы закончим краткое вступление, задачей которого было дать представление о научном методе познания вообще, о естественно-научном секторе знаний и о структурной схеме этого сектора, о месте каждой из наук в общей системе знаний. Предложенный материал можно (и даже нужно) подвергать сомнению, обдумывать отдельные положения и просто вспоминать все, что известно о естественных науках различных рангов и названий.

Глава 2. Масштабы реального мира

Сформулируем вначале общую задачу, которую мы надеемся решить, излагая некоторые отдельные положения естественных наук. Хотелось бы, используя знания, накопленные естественными науками в течение нескольких тысячелетий, дать представление о картине мира, какой она видится ученым-естественникам сегодня. Это не философская интерпретация мира, в которой все определяется наиболее общими законами, работающими везде и всюду, и в которой не найдешь деталей. Это набросок того, что уже известно (или кажется известным), и того, что остается под вопросом или требует экспериментального подтверждения, того, что кажется совершенно ясным, и несоответствий, которые возникают при принятии нескольких совершенно ясных понятий одновременно. Это картина гармонии и противоречий. Конечно, вряд ли нам удастся увидеть всю ее целиком, это под силу очень немногим даже из среды ученых. Но изображение отдельных фрагментов, их сочетаний и общий план, возможно, проявится, если чуть-чуть постараться. Главное, чтобы проявилось ощущение интереса, тогда образы внешнего мира станут более доступными и отчетливыми.

Для того чтобы двигаться вперед, нужно знать, какое расстояние необходимо преодолеть. Поэтому начнем с размеров той части мира, которая нам знакома. А дальше будем продолжать движение настолько далеко, насколько нам позволят рамки знания, имеющегося в фундаментальных науках.

В качестве начала отсчета расстояния выберем размер, соответствующий (близкий к) размеру человеческого тела – самый привычный для нас размер. Все люди имеют разный рост (различный размер обуви, разный объем талии, различную ширину плеч). Поэтому в качестве единицы длины просто возьмем 1 м (один метр). Это совсем не значит, что средний рост человека равен 1 м, но метровой длиной (метровая линейка, портновский метр и т. д.) легко измерять любые другие размеры (размеры других объектов) и сравнивать их между собой. Поэтому 1 м мы выбираем как единицу шкалы масштабов для всех расстояний, на которые будем в дальнейшем (мысленно) перемещаться.

Нарисуем прямую горизонтальную линию (рис. 1), середину которой отметим точкой и обозначим ее цифрой 1. Это значит, что точка 1 соответствует размеру (длине) 1 м. Справа и слева, там, где прямая упирается в рамку страницы, поставим стрелки; справа – стрелку вправо, слева – стрелку влево. Таким образом, мы изобразили шкалу масштабов мира; при движении от 1 м вправо размеры увеличиваются, при движении влево – уменьшаются. Постараемся расположить на этой линии все мыслимые размеры, которые описывают строение мира и которые можно сопоставить с какими-нибудь реальными расстояниями – от самых больших до самых мизерных. Будем двигаться вначале вправо, т. е. в сторону увеличения размеров.

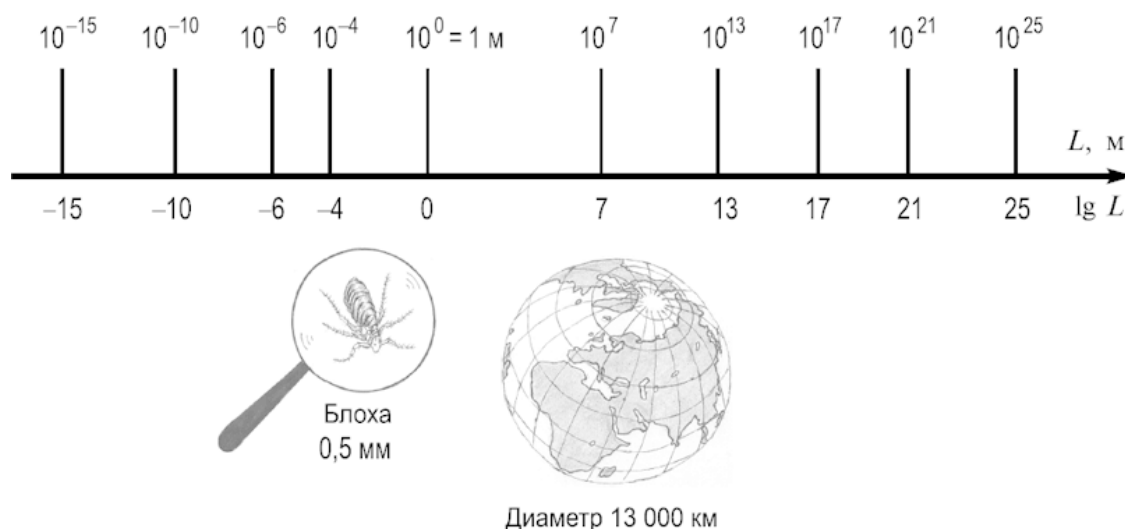


Рис. 1. Шкала масштабов мира

Если точка начала отсчета, первый размер, самый близкий и понятный нам – 1 м, то в качестве первого шага вправо выберем максимальное расстояние, которое человек может пройти по земной поверхности в течение всей своей жизни. Понятно, что физические силы и возможности ходить пешком у каждого человека свои. Так, спортсмены и путешественники за год или чуть больший срок могут пересечь из конца в конец целые страны, такие как США, Канада и даже Россия. Средний городской житель, конечно, на такое не способен. Но оценим, какое он может пройти расстояние в городских условиях, если его пеший путь от дома до работы (школы, института) составляет, скажем, всего 500 м, т. е. 0,5 км. За день его общий путь составит только лишь 1 км. Однако в году 365 дней. Ну, оставим человеку 65 дней на отдых (выходные), во время которых он не обязан выходить из дома (хотя может гулять по паркам, лесам, совершать туристические походы и т. д., но это мы не станем учитывать, намеренно сократив длину его пешего жизненного пути). Тогда путь в течение года составит 300 км. Если считать, что человек регулярно ходит на работу (учебу, в детский сад) в течение 50 лет (это тоже не наибольший срок), то общая длина пути человека за все это время составит не так мало: $300 \times 50 = 15\,000 \text{ км}$ (диаметр Земли составляет около 12 800 км). Уменьшим это расстояние в 1,5 раза (чтобы включить в рассмотрение самых медленных пешеходов и чтобы легче дальше было сравнивать масштабы), т. е. до 10 000 км, и отметим его точкой на масштабной шкале. Для этого вначале переведем расстояние в метры, т. е. умножим на 1000 (в 1 км 1000 м), получим 10 000 000 м (десять млн метров) и представим это число с помощью степени – 10^7 м . На нашей шкале сопоставим это расстояние числу 7. И дальше будем делать так же, все расстояния будем представлять степенью с основанием 10 и показатель степени отмечать на шкале масштабов, т. е. будем измерять все длины в логарифмическом масштабе. Это позволяет весь мир, какой мы знаем и можем себе представить, уместить на одной странице. Для наглядности у размерной линии, обозначающей данное расстояние, будем ставить два числа: сверху будем писать его в виде степени, а ниже – показатель степени. Например, там, где на линии начало отсчета, под черточкой стоит 0, а выше – 100 (см. рис. 1).

Следующий шаг вправо. Так как на первом шаге мы взяли расстояние, близкое к размеру нашей планеты, то второй шаг можно связать с размером планетной системы, к которой Земля относится, с размером Солнечной системы. Не вдаваясь в детали строения Солнечной системы (об этом речь пойдет ниже), заглянем в справочник и отметим, что поперечник Солнечной системы, по современным астрономическим данным, составляет примерно 10 млрд км, или в краткой записи 10^{10} км . При переводе в метры получается 10^{13} м , на масштабной шкале следует поставить число 13.

Следующий шаг – как далеко от нас звезды? Опять же справочная литература подсказывает, что до ближайшей звезды от нас – 4 световых года. Или расстояние, которое свет проходит за 4 года. Сколько это составляет в километрах и в метрах? Скорость света – самая большая из всех известных скоростей и, как считается во всех естественных науках – это предельная скорость, более высоких скоростей быть не может. Почему это так и откуда это следует, отдельный вопрос, мы обсудим его в последующих разделах. Итак, скорость света составляет 300 000 км/с. Чтобы найти расстояние S , равное световому году, надо скорость света c умножить на время t , равное году:

$$L = ct,$$

только время надо выразить в секундах, так как скорость выражается в км/с. В году 365 суток, каждые сутки содержат 24 часа, в каждом часе 60 минут, а в каждой минуте 60 секунд. Поэтому

$$t = 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31\,536\,000 \text{ с};$$

это примерно 3×10^7 с, большая точность нам для оценок не нужна. Тогда

$$S = 300\,000 \times 3 \times 10^7 = 9 \times 10^{12} \text{ км},$$

а до ближайшей звезды в 4 раза больше – около $3,6 \times 10^{13}$ км. Будем считать, что многие звезды, которые мы можем наблюдать ночью на небе, тоже находятся на близком от нас (по звездным меркам) расстоянии. Но это все же в 2–3 раза дальше, чем самая близкая к нам звезда. Поэтому для оценки можно смело взять расстояние 10^{14} км, оно будет означать среднее расстояние до всех ближайших к Солнечной системе звезд. Это 10^{17} м, что мы и отметим на шкале масштабов.

Сдвинемся еще вправо. Размеры каких объектов превышают средние расстояния между ближайшими звездами? На ночном небе простым глазом можно наблюдать очень большое количество звезд. Некоторые очень яркие, некоторые еле видны. Но все звезды, которые мы видим, входят в огромную звездную систему под названием наша галактика. Слово «галактика» происходит от греч. *galaktikos*, что означает молочный, млечный. В русском языке есть похожее красивое название – Млечный Путь. Так называют светлую туманную полосу, которая в ясные ночи хорошо видна в Северном полушарии. Млечный Путь – это и есть галактика, но не вся, а ее часть, которая видна с Земли. В Млечном Пути содержится огромное количество тесно расположенных звезд, которые настолько малы, что для невооруженного глаза выглядят как расплывчатая слабо светящаяся масса. Малы они, потому что очень далеки. Размер всей галактики, ее поперечник составляет огромное расстояние – около 120 000 световых лет, это примерно 10^{18} км, или 10^{21} м. Зафиксируем этот размер на масштабной шкале, поскольку мы решили сейчас рассматривать и сравнивать только размеры. А интересное занятие – рассмотрение строения и свойств этой звездной системы, которая является для нас почти целым миром, – отложим чуть-чуть, чтобы вернуться к этому позже.

Можно ли найти в нашем мире еще что-нибудь большее, чем галактика? Или поставим вопрос по-другому: что есть за пределами галактики и, если есть, как далеко оно продолжается? При наблюдении космических объектов с помощью современных телескопов обна-

ружено, что в космическом пространстве существуют сотни миллионов (!) других галактик, подобных нашей. Все галактики астрономы объединяют в одну общую систему, которую называют Метагалактикой. Метагалактика содержит все, что удастся увидеть с помощью самых совершенных оптических приборов. Ее размеры составляют 10–20 млрд световых лет (10^{22} км = 10^{25} м). Проставим этот размер, он будет последним справа на нашей масштабной шкале. Потому что дальше заглянуть нельзя – не хватает остроты зрения современных приборов. А что там дальше? Мы еще вернемся к этому вопросу.

Теперь начнем движение влево в сторону уменьшения размеров. Снова будем сопоставлять размеры с человеческими возможностями. На первом этапе представим себе самый маленький объект, который можно увидеть невооруженным взглядом, – песчинку, маковое зернышко, еле заметное насекомое. Считается, что нормальное человеческое зрение дает возможность рассмотрения любых объектов больше 0,1 мм. В метрах это составит 10^{-4} м, так как 1 мм = 0,001 м, а объект еще в 10 раз меньше (отрицательный показатель степени показывает, сколько знаков после запятой имеется в данном числе, записанном в виде десятичной дроби). Ставим слева от центральной точки 1 м черточку со значением -4.

Дальше в сторону уменьшения масштабов нельзя двигаться без приборов, которые позволяют получать увеличенные изображения любых изучаемых образцов, – без микроскопов. Оптический микроскоп, т. е. микроскоп, который показывает освещенный специальной лампой объект с помощью системы линз, позволяет надежно изучать детали строения и структуры мелких предметов с размерами до 1 микрометра. Кстати, такие же размеры имеют очень мелкие микроорганизмы, простейшие, бактерии. Микрометр – это миллионная доля метра, т. е. 10^{-6} м, соответствующая отметка на масштабной шкале -6.

Электронные микроскопы, в которых увеличение создается электронными линзами, а изображение получается при отражении электронов от поверхности изучаемого объекта, позволяют увидеть отдельные молекулы и, в некоторых случаях, даже атомы твердых тел. Размеры молекул простых соединений и атомов составляют несколько десятых долей нанометра. Нанометр – это миллиардная доля метра, 10^{-9} м. Мы же отметим на шкале одну десятую нанометра 10^{-10} м как предельный размер, доступный наблюдению с помощью электронной микроскопии.

Еще меньшие размеры наблюдать непосредственно, используя даже самые мощные устройства, не удастся. Можно оценивать эти размеры только посредством косвенных методов, иначе говоря, делая заключения о размерах на основе, например, параметров столкновений отдельных субатомных, входящих в состав атома, частиц. Самый важный объект, играющий огромную роль в различных физических экспериментах и теориях и в современной энергетике, это атомное ядро – центральная часть атома, содержащая почти всю его массу и энергию. Косвенные, но многократно подтвержденные данные свидетельствуют, что размер ядер близок к 10^{-15} м. Элементарные частицы, из которых состоят ядра, – протоны и нейтроны – имеют почти такие же размеры. Поэтому внесем число -15 в нашу масштабную шкалу. Оно может считаться последним слева, так как следующая ступень уменьшения размеров находится в области теоретических прогнозов.

Глава 3. Солнечная система

Для получения представления о естественно-научной картине мира начнем последовательное продвижение по шкале масштабов. Так же как и раньше, отправимся вначале в сторону больших размеров.

Солнечная система – это название каждый из нас, безусловно, слышал много раз. В эпоху космонавтики у каждого человека, даже очень далекого от любой науки, есть некоторое представление о Солнечной системе, ближайших к Земле планетах, особенно Луне, о солнечных и лунных затмениях и других космических эффектах. Большая часть сведений о ближнем космосе поступает из средств массовой информации, фантастической литературы. Приведем краткую фактическую характеристику нашей планетной системы (нашего космического дома) не столь красочную (или приукрашенную), как в этих источниках, но более достоверную и пригодную для описания реальной картины.

Солнечной системой называется планетная система, состоящая из Солнца и вращающихся вокруг него небесных тел (рис. 2).

Кроме Солнца, о котором будет отдельный разговор, в состав Солнечной системы входят планеты со своими спутниками, астероиды, кометы и продукты их распада – метеориты, метеорные тела, межпланетная твердая космическая пыль и разреженные космические газы. Пространство Солнечной системы пронизано потоками частиц и световым излучением Солнца. Также всюду имеются гравитационные поля (поля тяготения) и магнитные поля, особенно вблизи крупных массивных тел.

Солнце является динамическим и геометрическим центром всей Солнечной системы. Его масса примерно в тысячу раз превышает общую массу всех остальных вращающихся вокруг него космических тел. Основу Солнечной системы кроме самого

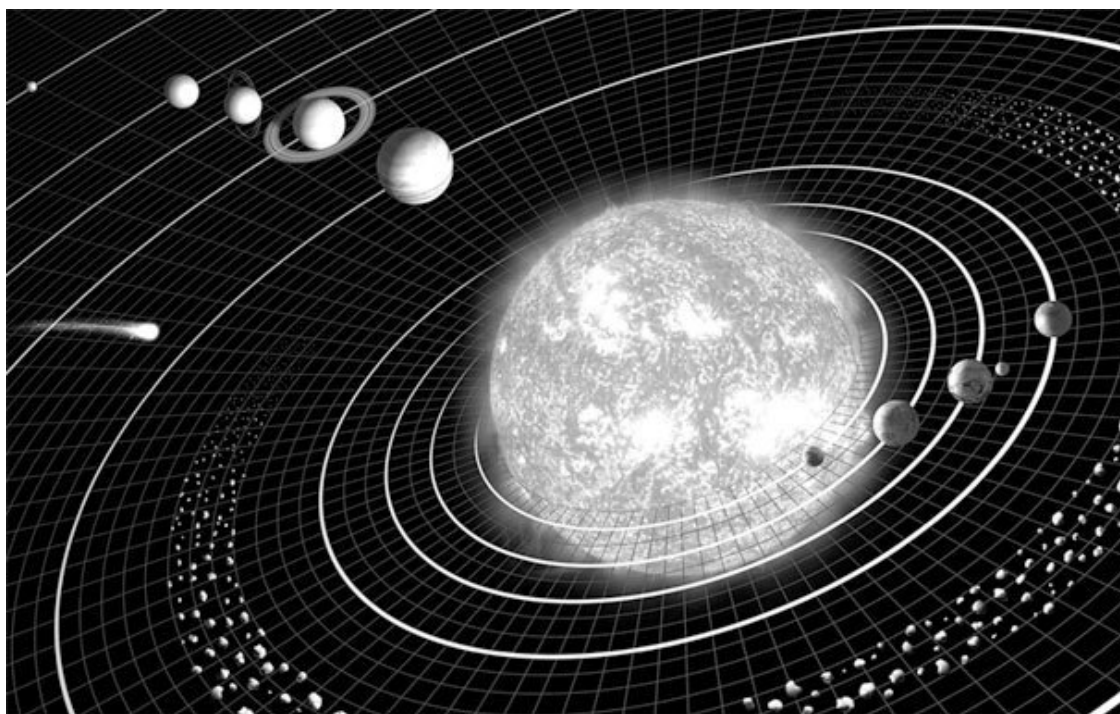


Рис. 2. Схема Солнечной системы

Солнца составляют девять больших планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Мы их перечислили в последовательности возрастания их рас-

стояния от Солнца. Следует отметить, что несколько лет тому назад большинство астрономов пришло к выводу, что Плутон нельзя считать планетой, он имеет массу и размеры, которые ближе к массам и размерам спутников планет Солнечной системы. Но мы не будем обсуждать вопросы, как назвать Плутон – планетой, спутником или астероидом. Важно только, что это самое далекое от Солнца большое тело Солнечной системы.

Орбиты планет имеют почти круговую форму (очень слабо вытянутые эллипсы) и лежат все (за исключением орбиты Плутона) приблизительно в одной плоскости, которая называется *плоскостью эклиптики*. Кроме движения вокруг Солнца, все планеты вращаются вокруг своей оси. Это вращение для всех планет, кроме Венеры, совершается в прямом направлении, т. е. как у Земли – с запада на восток. Венера вращается в противоположную сторону – с востока на запад. Солнце также вращается вокруг своей оси, ось вращения Солнца почти перпендикулярна к плоскости эклиптики, что, возможно, связано с происхождением Солнечной системы. Оси вращения большинства планет направлены под некоторым небольшим углом к направлению перпендикуляра к плоскости эклиптики. Только Уран обладает уникальной для Солнечной системы особенностью, ось его вращения лежит почти в плоскости его орбиты.

Размеры и физические свойства планет позволяют разделить их на две группы – планеты земного типа и планеты-гиганты. В первую группу, кроме Земли, входят Меркурий, Венера и Марс. Вторую группу образуют Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Плутон не может быть отнесен ни к первой, ни ко второй группе.

Самое большое число спутников, которые обнаружены до настоящего времени, имеет Сатурн – 17 спутников. У Юпитера 16 спутников. Сами эти планеты-гиганты вместе с системами своих спутников напоминают миниатюрную Солнечную систему. Уран имеет 15 спутников, по два спутника у Марса и Нептуна. По одному спутнику имеют Земля (как вы понимаете, спутником Земли является Луна) и Плутон. Венера и Меркурий, по астрономическим данным на сегодняшний день, совсем не имеют спутников.

Орбиты практически всех планетных спутников, так же как орбиты планет вокруг Солнца, мало отличаются от окружностей. Если у планеты имеется несколько спутников, то плоскости их орбит в основном совпадают. Большинство спутников обращается вокруг своей планеты в плоскости ее экватора и в прямом направлении (по часовой стрелке), т. е. с запада на восток. По массе и размерам спутники планет также разбивают на две основные группы: крупные планетоподобные спутники с поперечником (диаметром) больше 3000 км (напоминаем, поперечник или, что то же самое, диаметр Земли составляет 12 750 км). В эту группу, кроме Луны, входят четыре самых крупных спутника Юпитера – Ио, Европа, Каллисто, Ганимед, спутник Сатурна Титан и спутник Нептуна Тритон. Вторая группа – это все остальные спутники: от достаточно большого спутника Сатурна Рея (поперечник 1850 км) до самых маленьких спутников планет в Солнечной системе, спутников Марса – Фобос и Деймос, которые представляют собой каменные глыбы несферической формы с размерами 22 × 12 км для Фобоса и 12 × 8 км для Деймоса.

Для того чтобы понять, почему планеты вращаются вокруг Солнца, какие законы управляют их движением, необходимо небольшое дополнительное путешествие...

3.1. Дополнительная информация. Физика

Кинематика изучает движение. В кинематике мы имеем дело с положением тела или частицы, скоростью и ускорением, но не интересуемся ни природой движущихся тел или частиц, ни силами, вызывающими ускорение.

При движении с *постоянной скоростью* v

$$s=vt,$$

где s – расстояние, пройденное за время t ; отсюда значение скорости определяется как

$$v = \frac{s}{t}.$$

Теперь рассмотрим движение тела со скоростью, которая меняется по величине, но не по направлению (это поступательное движение). Тогда на небольших участках Δs , которые тело проходит за время Δt , значения *мгновенной скорости* определяются как

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t},$$

или более строго:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}.$$

Это соотношение означает, что мгновенная скорость v есть предел отношения $\Delta s/\Delta t$ при Δt , стремящемся к нулю (строгое математическое определение значения мгновенной скорости).

Если тело движется на отрезке пути s_1 в течение времени t_1 с одной скоростью, а на отрезке пути s_2 в течение времени t_2 с другой скоростью, то средняя скорость \bar{v} на всем пути:

$$\bar{v} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}.$$

Постоянное ускорение определяется как

$$a = \frac{v - v_0}{t},$$

где $v - v_0$ – приращение скорости за время t .

Мгновенное ускорение:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{ИЛИ} \quad a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Путь при равноускоренном движении:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

где v_0 – скорость тела в начальный момент времени.

На практике нужно знать не только значение, но и направление скорости в пространстве, например, чтобы описать движение (траекторию) автомобиля, самолета или космического корабля. Любая физическая величина, которая не будет полностью определена, если задать только ее значение и не указать, в какую сторону она направлена, является вектором.

Скорость – это вектор. Если разложить вектор скорости v при движении тела в пространстве по осям декартовой системы координат, то мы получим ее составляющие v_x , v_y , v_z . Они связаны с полной скоростью v соотношением

$$v_x^2 + v_y^2 + v_z^2 = v^2.$$

Следует отметить, что векторную природу имеет ускорение a , а также многие величины, которые мы будем использовать в дальнейшем изложении: сила F , импульс p и другие. Во всех случаях векторные величины отмечаются стрелкой «->», помещенной над буквенным обозначением величины. Значение самой величины (ее абсолютная величина) обозначается просто буквой, например, a – значение ускорения.

Рассмотрим равномерное движение тела по окружности со скоростью v . При этом его ускорение, оставаясь перпендикулярным скорости в любой момент времени, направлено к цен-

тру окружности. Можно показать, что значение ускорения тела a_c , которое в данном случае называется *центростремительным*, определяется по формуле

$$a_c = \frac{v^2}{R},$$

где R – радиус окружности. Следует отметить, что центростремительное ускорение меняет только направление вектора скорости, не влияя на его величину; ускорение a_c направлено по радиусу окружности к ее центру.

Пример. Определение первой космической скорости.

Любое тело, движущееся по круговой орбите вокруг Земли, должно иметь ускорение $a_c = v^2/R$, направленное к центру нашей планеты.

Поскольку на тело в этом случае действует только сила земного притяжения (т. е. сила тяжести), то можно записать

$$a_c = g_c = \frac{v^2}{R},$$

где g_c – ускорение свободного падения – $9,8 \text{ м/с}^2$.

Тогда $v_c = \sqrt{g_c R}$.

Если считать, что $R \approx 6500 \text{ км}$ (расстояние до центра Земли), то вычисление первой космической скорости дает значение $v_c \approx 8 \text{ км/с}$. Если разделить длину орбиты на скорость спутника, то получим время одного оборота спутника вокруг Земли. Длина орбиты низколетящего спутника близка к длине экватора Земли $t = 40\,000 \text{ км} / 8 \text{ км/с} = 5000 \text{ с} = 83 \text{ мин}$

Для того чтобы вывести ракету за пределы действия земного притяжения, т. е. направить ее к другим планетам, необходимо сообщить ей начальную скорость $11,2 \text{ км/с}$, которая носит название второй космической скорости.

Впервые эти расчеты провел Исаак Ньютон еще примерно в 1660 г.

Динамика занимается изучением общих законов взаимодействия материальных тел. Широкий класс явлений удастся описать или объяснить на основе законов движения И. Ньютона.

Первый закон Ньютона

Будучи предоставлено самому себе (при отсутствии результирующей внешней силы), тело сохраняет состояние покоя или равномерного движения с равным нулю ускорением.

В математической форме это утверждение имеет вид: $a = 0$, если $F = 0$ (F – результирующая внешняя сила).

Второй закон Ньютона

Действующая на тело результирующая сила равна произведению массы тела на его ускорение:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Третий закон Ньютона

При любом взаимодействии двух тел сила, с которой первое тело воздействует на второе, равна по величине и направлена противоположно силе, с которой второе тело воздействует на первое:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}.$$

Все три закона движения справедливы только при условии, что наблюдатель находится в **инерциальной системе отсчета**. Определение Ньютона для инерциальной системы отсчета: это любая система, которая покоится или движется равномерно и прямолинейно по отношению к неподвижным звездам.

Определение: *импульсом (количеством движения) тела p называется произведение массы тела на его скорость:*

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Закон сохранения импульса

В отсутствие внешних сил сумма импульсов системы частиц (тел) остается неизменной.

При столкновении двух частиц, имеющих массы m_A и m_B , закон сохранения импульса записывается так:

$$\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}'_A + \vec{p}'_B$$

или

$$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{v}'_A + m_B \vec{v}'_B,$$

где v_A и v_B – скорости частиц до соударения, а v'_A и v'_B – их скорости после соударения.

Другой вариант: две частицы первоначально покоятся, т. е. $v_A = v_B = 0$. Затем между ними происходит взаимодействие (например, из одной частицы выскакивает упругая пружина и расталкивает частицы). Закон сохранения импульса показывает, что после взаимодействия мы должны получить

$$m_B \vec{v}'_B = -m_A \vec{v}'_A,$$

где знак «минус» означает, что векторы параллельны, но направлены в противоположные стороны. Отсюда следует, что

$$m_B = m_A \frac{v'_A}{v'_B},$$

где v'_A и v'_B – абсолютные величины векторов скорости после взаимодействия. Тогда любую неизвестную массу m

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.