

52
Г95

Г. А. ГУРЕВ

ЕДИНСТВО ВСЕЛЕННОЙ

научно-популярный очерк



ИЗДАНИЕ МОСКОВСКОГО ПЛАНЕТАРИЯ

Прогресс СЕРИЯ ПОПУЛЯРНЫХ БРОШЮР ПО АСТРОНОМИИ

52
Г 95

С. А. ГУРЕВ

ЕДИНСТВО ВСЕЛЕННОЙ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ОЧЕРК

87918

Книжка
1953

ЗИИ

ВЗ

Прогресс 1956



Издание Московского Планетария

МОСКВА-1946

О Г Л А В Л Е Н И Е

	<i>Стр.</i>
1. Чему учит наука о небе	3
2. Старая и новая системы мира	6
3. Единство земной и небесной механики	10
4. Универсальность закона тяготения	15
5. Единство вещества во вселенной	19
6. Обмен вещества между мирами	22
7. Единство земной и небесной физики	26
8. Единство в многообразии	34

1. Чему учит наука о небе

Вопросы о строении вселенной, о природе, происхождении и развитии отдельных ее частей необычайно интересны и глубоко волнуют человеческую мысль с самых древних времен. Конечно, эти вопросы крайне трудны, чрезвычайно сложны, и до сих пор еще в них для нас осталось много неясного, невыясненного. Но, несомненно, то, что науки, касающиеся вселенной (астрономия, физика, химия и пр.), достигли в последнее время огромных успехов — то, что им уже удалось открыть и установить, поражает самое смелое воображение. При этом история этих наук, ярко показывая развитие мощи человеческого ума, убеждает нас в материальном единстве всей природы и дает полнейшее основание считать, что для нашего познания нет и не может быть никаких непроходимых границ.

Изучением вселенной занимается, главным образом, астрономия — наука о небесных телах и небесных явлениях, являющаяся одним из старейших и интереснейших отделов естествознания. Не только в древние времена, но еще сравнительно недавно, эта наука занималась только изучением движения небесных светил, стараясь найти законы, управляющие этими движениями, с целью предсказать заранее некоторые небесные явления, например, солнечные и лунные затмения. В настоящее время астрономия тоже много внимания уделяет изучению положения и движения различных небесных тел, так как эти данные имеют большое научное значение. Точность же ее предсказаний небесных явлений совершенно справедливо вошла в поговорку, так что в истории естествознания астрономия явилась образцом для всех других наук. Но теперь основная цель этой науки несравненно шире: она заключается в познании как строения вселенной, так и прохождения и развития составляющих ее тел.

Почему же астрономия идет так далеко? Почему она осмелилась приступить к решению таких труднейших задач, связанных с коренными вопросами нашего мировоззрения? Потому что эта наука получила возможность даже «на расстоянии» точно и детально исследовать различные, всевозможные космические *) тела: звезды, планеты, кометы, туманности и т. д. — их размеры, массу, плотность, яркость, температуру, химический состав и проч. Надежность же этих чрезвычайно важных исследований видна хотя бы из того, что они производятся нередко теми же способами, которые топографы, физики, химики и др. применяют к земным предметам. Это, конечно, свидетельствует о том, что материя вселенной подчиняется непреложным законам природы, что в ней нет ничего сверхъестественного, чудесного и т. п. Поэтому именно оказалось, что даже вопрос о происхождении Земли и других небесных тел является чисто научным вопросом, что он может быть решен строго материалистически, т. е. на основе естественных закономерностей, без всякого привлечения каких-то нематериальных, всюду проникающих «агентов».

Неудивительно, что астрономия сыграла огромную роль в развитии научного мировоззрения и борьбе с суевериями и предрассудками. Она научила нас не доверяться слепо нашим органам чувств, а критически, глубоко и всесторонне исследовать каждое явление, вскрыв его зависимость от других явлений. Эта наука первая сделала несомненным заключение, что все в природе находится в взаимной связи, во взаимодействии, т. е. подчиняется определенным законам. Изучая явления, происходящие в различных уголках необъятной вселенной, астрономия ясно показала, что одинаковые причины при одинаковых условиях вызывают одинаковые следствия. Таким образом она установила материальное единство вселенной и тем самым способствовала укреплению материалистического мировоззрения, истинно научного понимания природы.

Но и в настоящее время идейная роль астрономии очень велика, так как проблемы вселенной, ею изучаемые, не могут не вызывать в нас постоянного интереса. В последние годы эта наука достигла колоссальных успехов в деле изучения природы различных небесных тел и расширения горизонта вселенной. То, что мы благодаря ей узнали о строении вселенной, поражает самое смелое воображение и ведет к весьма важным философским выводам.

*) Космический — мировой, от древне греческого — „космос“, мир, вселенная

Характерно то, что современная астрономия теснейшим образом связана с физикой. Эта связь настолько глубока, что нередко бывает затруднительно, если не невозможно, разграничить области этих наук. Даже в то время, когда астроном интересуется лишь движениями светил, он связан с физикой, ибо ему для этого приходится пользоваться зрительной трубой или телескопом — приборами по существу чисто физическими. А с того времени как физиками изобретен еще более замечательный прибор — спектроскоп, возник новый, очень большой и чрезвычайно важный и сложный отдел астрономии — астрофизика т. е. физика небесных светил. С этого времени астроном получил возможность изучать то, что происходит на самых отдаленных светилах, определять их физическую природу, узнавать вещества, из которых они состоят, и т. д. В последнее время астрономы дошли даже до того, что стремятся в своих лабораториях воспроизвести некоторые явления, сходные с теми, которые они наблюдают на небесных телах.

Астрофизика, возникающая только в середине XIX века, в настоящее время развивается сильнее других отделов астрономии (небесной механики и пр.) и привлекает к себе наибольшее внимание не только ученых, но и «образованной публики». Дело в том, что эта отрасль науки о вселенной дает нам огромный материал для научной космогонии, того интереснейшего отдела астрономии, который разрабатывает проблемы происхождения и развития небесных тел, в том числе и нашей Земли. К тому же астрофизика теснейшим образом связана с новейшими физическими представлениями о строении материи с электронной теорией, учением о радиоактивности, теорией относительности, идеями о квантах и т. д. При этом чрезвычайно важно то, что астрофизика позволяет исследователю оторваться от ограниченного круга земных явлений и войти в гигантскую, необъятную «лабораторию вселенной» — всей природы в целом. Ведь здесь мы встречаем материю в таких условиях, т. е. в таких состояниях разрежения, плотности, температуры и пр., которые пока совершенно недостижимы для нас на Земле.

Таким образом физика весьма многим обязана астрономии: при изучении свойств вещества астрофизические наблюдения являются необходимым дополнением к опытам, производимым в наших земных лабораториях. Поэтому всякое новое физическое воззрение широкого, мирового охвата не может не считаться с астрофизическими данными, — в конечном счете оно проверяется астрономами. А все то, что мы узнали о механике, физике и химии небесных тел, непровержимо под-

тверждает учение материализма о материальном единстве мира.

Ниже мы изложим некоторые из тех астрономических фактов, которые ведут нас к этому учению. Но предварительно покажем, как это учение зародилось в астрономии под влиянием крушения старого представления о «земле и небе», т. е. о вселенной.

2. Старая и новая системы мира

В течение тысячелетий господствовала вера в то, что Земля существует для человечества, а весь остальной мир — будто бы только для одной Земли. На почве этой веры возник так называемый «геоцентризм» — учение, помещавшее Землю в центре вселенной, как совсем особенное, совершенно исключительное, привилегированное тело в мире. Этот взгляд очень долго держался в умах людей, так как всем казалось, что он вполне подтверждается тем, что мы видим своими глазами. А видим мы то, что звезды, Солнце и Луна обращаются вокруг Земли, которая стоит неподвижно, так что выходит, будто Земля — действительно средоточие, центральный пункт всего существующего. Свою наиболее разработанную форму геоцентризм получил во II веке у астронома Птолемея, который принимал, что Земля — шар, неподвижно находящийся в центре вселенной, а около него движутся по правильным кругам и совершенно равномерно все светила: сначала Луна, затем планеты Меркурий и Венера, далее Солнце, затем планеты Марс, Юпитер и Сатурн, наконец, звезды. Это представление о мире проводило резкую грань между «землей» и «небом», и поэтому законы природы, известные нам на Земле, считались совершенно неприменимыми к небесным телам. Оно было санкционировано церковью, которая учит, что «царство небесное» в корне отличается от мира земного.

Между прочим, Птолемей, знал, что некоторые древние ученые допускали движение Земли, но вслед за Аристотелем он их решительно отрицал, исходя из ошибочных механических представлений того времени. Например, он говорил, что если бы Земля двигалась, то воздух и тела, летающие в воздухе, оставались бы позади.

Задача, стоявшая перед Птолемеем и другими астрономами древних и средних веков, состояла в том, чтобы дать объяснение загадочному движению планет, называемых «блуждающими светилами». Ведь эти светила, в отличие от всех других светил, описывают на небе не круги, «петли» и изгибы, по временам останавливаются и потом начинают двигаться в об-

ратном направлении, т. е. к западу. Для объяснения этой особенности планет Птолемей предположил, что каждая планета не просто описывает круг вокруг Земли, а движется по особому небольшому кругу, названному эпициклом, а центр этого эпицикла движется в свою очередь по большому кругу, так называемому деференту, вокруг Земли, как центра. Конечно, введение эпициклов значительно нарушило простоту и стройность всей Птолемеевой системы, но зато позволяло вычислять положения планет на будущее время с точностью, почти достаточной для несовершенных наблюдательных средств того времени.

Однако к концу средних веков, под влиянием усовершенствования астрономических инструментов и приемов наблюдений, в движениях планет открыли ряд отступлений от равномерного движения и поэтому стали возникать сомнения в правильности птолемеевой «системы мира». В стремлении приспособиться к более точным наблюдениям, ученым для объяснения каждой новооткрытой неправильности в движении планет приходилось непрерывно вводить все новые и новые эпициклы — новые дополнительные круги, катящиеся одни по другим. В конце концов геоцентрическая система Птолемея стала чрезвычайно сложной, и все же она очень несовершенно изображала наблюдаемые движения планет.

На это обстоятельство обратил внимание астроном Коперник, который ясно понял ошибочность исходной точки зрения Птолемея о Земле, как неподвижном центре вселенной. Зная, что уже в древности зародилась мысль о движении Земли, он старался уяснить себе, как с Земли должно выглядеть движение планет, если в центре мира находятся не Земля, а Солнце, вокруг которого обращаются и Земля и планеты. В конце концов Коперник пришел к заключению, что в этом случае движение планет находит простое объяснение и поэтому он отверг геоцентризм и выдвинул новое учение о мире — гелиоцентрическое. Согласно этому учению, опубликованному в 1543 г., планеты движутся вокруг Солнца в следующем порядке: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер и Сатурн, так что наша Земля — одна из планет, и наоборот, планеты — это просто иные «земли». Извилистые сложные движения планет, которые бросаются нам в глаза, происходят только потому, что перемещается вокруг Солнца не только планета, но и сама Земля, причем каждая «петля» в видимом пути планеты вызвана оборотом Земли вокруг Солнца.

Превращая Землю в одну из планет, несущихся в мировом пространстве, Коперник перевернул вверх дном старые, вековые представления о нашем положении во вселенной. Это осо-

Бенно хорошо понял философ Бруно, который жил вскоре после Коперника и сделал из нового учения о мире целый ряд весьма важных для научного мировоззрения выводов. Так он говорил, что весь солнечный мир не более, чем песчанка затерянная в глубинах пространства; что каждая звезда — это другое, удаленное солнце, вокруг которого вероятно тоже носят планеты; что многие из этих бесчисленных планет населены разумными существами; что вселенная бесконечна и ее мирам нет числа, и т. д. Все эти идеи во времена Бруно (1584—1600 г.г.) казались безумно смелыми; они ослепляли: даже выдающиеся ученые того времени испытывали, как они писали, «головокружение», читая сочинения Бруно! В основе же этих идей лежало отрицание двух главных принципов старого представления о мире — существование центра вселенной и коренное отличие земного и небесного. Приверженцы старого учения не могли с этим мириться и 17 февраля 1600 г. сожгли Бруно живым на костре, так как он не хотел отказаться от своих идей, заявив: «Я умираю мучником добровольно».

Вскоре после этого астроном и физик Галилей привел ряд доказательств тому, что Земля действительно вращается и является лишь одной из планет. Так при помощи опытов он нашел, что тела, предоставленные самим себе, не стремятся к состоянию покоя, а неизменно сохраняют присущее им движение. Этим было отвергнуто главное возражение против вращения Земли, так как все окружающие нас тела должны сами по себе сохранить движение, присущее им, как частям земной поверхности. Но особенно важно то, что Галилей один из первых сконструировал зрительную трубу и, направив ее на небо, сделал ряд поразительных открытий, которые блестяще подтвердили учение Коперника. Например, он, с одной стороны, обнаружил горы и долины на Луне и тем показал, что наш спутник во многом напоминает Землю, а с другой — открыл, что планета Венера («вечерняя звезда»), подобно Луне, принимает форму серпа. Это необходимо вело к заключению, что планеты являются землеподобными телами, не испускающими собственного, света, т. е. иными «землями»: они — темные шары, светящие отраженным светом Солнца. Вообще открытия Галилея убедительно говорили о справедливости тех выводов, которые Бруно сделал из учения Коперника, и недаром ему пришлось тяжело пострадать за свои идеи (с 1633 г. — от был узником инквизиции).

Уже из этого видно, что учение Коперника о солнечной системе было не только громадным переворотом в астрономии но и великой революцией в человеческой мысли, так как оно затронуло основы старого мировоззре-

ния. Поэтому Энгельс, отмечая это важное событие, пишет: «Революционным актом, которым изучение природы заявило о своей независимости и как бы повторило лютеровское сожжение папской буллы, было издание бессмертного творения, в котором Коперник бросил — хотя и робко, и, так сказать, лишь на смертном одре — вызов церковному авторитету в вопросах природы. Отсюда начинается свое летоисчисление освобождение естествознания от теологии, хотя выяснение между ними отдельных взаимных претензий затянулось до наших дней и в иных годах далеко еще не завершилось даже и теперь» («Диалектика природы», изд. 1941 г., стр. 7).

Необходимо иметь в виду, что предположение о годовом обращении Земли вокруг Солнца устранило все те эпициклы птолемеевой системы, которые придуманы были для объяснения остановок и обратных движений планет «Нужно было смести с неба эту паутину», — так образно формулирует Максвелл задачу астрономов, ставших на точку зрения Коперника. Однако система Коперника на первых порах имела существенный недостаток: она не была свободна от некоторых эпициклов, так как в основу ее было положено то же совершенно предвзятое, ничем не доказанное допущение, которое имелось в системе Птолемея и опиралось на веру в коренное отличие земных движений от небесных. Это — допущение, что движение небесных тел является наиболее «совершенным» и потому будто бы происходит по окружности кругов и с совершенно равномерной скоростью. Астроном Кеплер открыл законы планетных движений, которые окончательно отвергли это произвольное допущение и тем улучшил систему Коперника, дав ей дальнейшее развитие.

Кеплер в 1609 г. доказал, что планеты обращаются вокруг Солнца не по кругам, а по эллипсам и вследствие этого расстояние каждой планеты от Солнца меняется в известных пределах. При этом оказалось, что движение планеты по эллиптическим орбитам происходит неравномерно, с различной скоростью, причем эта скорость тем больше, чем планета ближе к Солнцу. Накопец Кеплер доказал, что обращение планет вокруг Солнца находится в определенной зависимости от их расстояний от Солнца, так что если известно время обращения какой-нибудь планеты, то по нему легко найти ее среднее расстояние от Солнца.

С первого взгляда законы Кеплера, т. е. замена круга эллипсом и равномерного движения переменным, не поражают смелостью научной мысли. Но необходимо иметь в виду, что если в неподвижности Земли высказывались сомнения задолго до Коперника, то в том, что небесные светила должны двигаться

только по кругам и равномерно, не сомневался никто, даже сам Коперник. Кеплер, опровергнув этот предрассудок открытием трех законов планетных движений, дал полную возможность определять положение планеты на орбите для любого момента с такой точностью, которая была абсолютно недостижима ни для теории Птолемея, ни для теории Коперника в ее первоначальном виде.

Кеплер дал ясное и отчетливое представление о характере планетных движений, но не вскрыл причины этих движений, не выявил обуславливающую закономерность этих движений — «силу». Он подозревал, что мир планет есть система, связанная какой-то «единой силой», источником которой является Солнце, но открыть характер и закон действия этой силы он не мог. Это было сделано через полвека Исааком Ньютоном, который открыл великий закон природы, названный «законом всемирного тяготения» и объяснивший «механику неба».

3. Единство земной и небесной механики

Мы видели, что Коперник как бы соединил «Землю» с «небом», указав Земле место между планетами, т. е. небесными светилами, и, таким образом, в сущности уничтожил коренное отличие «земного» и «небесного». Между прочим, он утверждал, что круговое движение, свойственное всем небесным телам, должно быть присуще и Земле. Но особенно замечательно вот что: этот великий ученый высказал мысль, что тяжесть представляет собой свойство всех веществ, где бы они не находились. Таким образом, Коперник сделал первый решительный шаг в деле признания материального единства вселенной и этим способствовал укреплению материализма, — в этом непреходящее историческое значение его «системы мира» для научного мировоззрения.

Следующий крупный шаг сделал в 1687 г. Ньютон, который как бы окончательно соединил «небо» с «Землей» — показав, что небесные светила движутся в сущности по тем же привычным нам законам, по которым все тяжелые тела падают на Землю. Старое представление о противоположности между Землей и небесами, мистическая граница, разделявшая в представлениях древних людей небо («падлунный мир») и Землю («подлинный мир») исчезали окончательно. Следовательно, перед взором человека открылось единство вселенной, общности и взаимозависимость различных ее частей, т. е. подчинение их одним и тем же законам природы.

Размышляя о движении планет и их спутников (лун), невольно возникает вопрос: почему все эти тела двигаются не по прямой линии, а по замкнутым, почти круговым путям? Для

ученых и философов, живших до Кеплера и Ньютона, этого вопроса не существовало, так как со времен Аристотеля всем казалось, что круговые движения небесных тел понятны сами по себе и не требуют дальнейшего причинного обоснования. Так как наблюдения показывали, что свободные от внешнего воздействия движения на Земле, в отличие от небесных движений, являются прямолинейными, то ученые заключали, что небесные движения — нечто совершенно «особенное», не имеющее ничего общего с законами земных движений. Но учение Коперника противоречило этому древнему представлению: ведь если Земля есть не центральное тело вселенной, а лишь одна из планет, то на Земле могут господствовать только те законы движения, что и в мире планет, так что движение самых планет должно подчиняться тем же законам. Что же это за законы?

Кеплер, выявивший характер планетных движений, открыл, что Солнце находится в фокусе эллиптической орбиты каждой планеты и что скорость планеты и время обращения ее зависит только от ее расстояния от Солнца. Это необходимо вело к мысли, что сила, которая движет планеты, которая удерживает их на орбитах, «исходит» от Солнца, причем она убывает с расстоянием. С другой стороны, Галилей при помощи опытов открыл закон инерции, согласно которому всякое движущееся тело, предоставленное самому себе, движется прямолинейно и равномерно, — оно только тогда изменит скорость или направление своего движения, когда на него действует внешняя причина, определенная «сила». Отсюда ясно, что по отношению к движению планет следует искать не причину, производящую движение, а причину, изменяющую прямолинейный путь их в криволинейный, т. е. силу, удерживающую планету на ее орбите. Поэтому пришлось признать, что если планеты движутся не по прямым, а по кривым линиям, по эллипсам, то это должно вызываться особой причиной, определенным внешним воздействием, которое «исходит» от Солнца. Но что же это за причина, или сила?

На этот важный вопрос ответил Ньютон, который строго математически показал, что такой причиной является сила солнечного притяжения. Сила притяжения все время отклоняет планету от прямолинейного движения (по инерции); оно следовательно искривляет путь всякой планеты и тем самым заставляет все планеты непрерывно обращаться вокруг Солнца по эллипсам. Чем ближе планета к Солнцу, тем сильнее она им притягивается, тем значительнее скорость ее движения по орбите и следовательно, тем меньше период ее обращения. Как оказалось, солнечное притяжение, действующее на планеты,

уменьшается пропорционально квадрату расстояния (так же обстоит дело и со светом, звуком, электричеством, магнетизмом и многими другими физическими явлениями). Подобная же сила исходит и от планет и производит обращение спутников вокруг планет. Сила тяжести, известная нам на Земле, уменьшается по тому же закону, как говорят, — ньютоновского тяготения, который гласит: всякие две частицы материи взаимно притягиваются с силой, прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадратам расстояний между ними.

Ньютон доказал, что эта притягательная сила, исходящая от Солнца и планет, имеет ту же природу, что и знакомая нам по повседневному опыту — сила тяжести, заставляющая яблоко падать с дерева, камень — с утеса, дождевые капли — из туч и т. д. Сила тяготения в конце концов была названа «всемирным тяготением», так как она присуща всякому телу и каждой частице тела, т. е. представляет собой общее свойство всякого вещества.

Открытие закона всемирного тяготения прекрасно подтверждает давно высказанную мысль, что сила гения заключается в искусстве связать в одно целое то, что обыкновенным людям кажется разрозненным и раз'единенным. Ведь до Ньютона миллионы людей наблюдали падение тел и считали это совершенно понятным и обычным явлением, над которым нечего раздумывать. Ньютон же посмотрел на это дело иначе и эти понятные земные явления связал с совершенно непонятными до него небесными явлениями. Он сделал несомненным тот факт, что непрерывное движение небесных тел по эллипсам и движения, наблюдаемые на земной поверхности, подчинены одинаковому закону, т. е. вызваны одной и той же «силой» — общей причиной. Таким образом он лишил небесные движения той таинственности, в которую они были облечены: все разнообразные движения небесных тел ему удалось свести к таким обычным явлениям, как тяготение и инерция вещества.

Нетрудно проследить тот путь, который привел Ньютона от земных к небесным явлениям, — от падения яблока, камня и прочих тел на земную поверхность под влиянием земного притяжения до движения планет и их спутников. Ньютон задал себе вопрос: как далеко распространяется действие наблюдаемой нами силы тяжести, или земного притяжения? Не простирается ли оно до Луны и до еще более далеких небесных тел? Не является ли эта обыкновенная, всем известная «сила», под действием которой все предметы, предоставленные самим себе, т. е. не имеющие какой-либо опоры, падают на Землю, — той самой «силой», которая удерживает Луны на ее

орбите и мешают ей умчаться от Земли (по направлению касательной к орбите) по прямой линии, согласно закону инерции? Чтобы ответить на этот вопрос нужно было определить, как велика сила, которая необходима для удерживания Луны на ее орбите, а затем сравнить ее с величиной силы земной тяжести на расстоянии Луны. Так и сделал Ньютон, имея в виду, что по силе можно вычислить и ускорение падающего тела (на Землю) и Луны (к Земле). Оказалось, что ускорение при падении Луны к Земле составляет 0,0027 метра в секунду (строго говоря 0,0027 м/сек.²).

Определим теперь величину ускорения силы земной тяжести на расстоянии Луны. Ньютон сумел и это вычислить, на основании имевшихся у него данных об ускорении свободно падающих тел на земной поверхности, а также — знания расстояния Луны от Земли. Результат его был следующий: величина ускорения силы тяжести на расстоянии Луны должна быть в точности равно 0,0027 м в секунду.

Таким образом, одна и та же сила — сила тяжести — удерживает Луну на ее орбите.

На основании сказанного необходимо сделать вывод, что Земля и другие планеты обращаются вокруг Солнца благодаря действию той же силы, сила притяжения, «исходящей» от Солнца. Планеты не падают на притягивающее их Солнце только благодаря инерции своего движения, а также благодаря тому, что при движении в мировом пространстве им не приходится преодолевать никакого сопротивления. Не уносятся же планеты прочь от Солнца вследствие того, что их путь не может быть прямолинейным: солнечное притяжение непрерывно искривляет путь планет и поэтому они движутся по эллиптическим орбитам.

Так благодаря закону всемирного тяготения исчезло все таинственное в небесных движениях, ибо окончательно опровергнуто было древнее представление о противоположности между «земным» и «небесным». Стало ясно, что планеты, их спутники и т. д. — просто тяжелые тела, движущиеся по тем же законам, что и земные предметы, но лишь при совершенно иных условиях. Словом, пришлось признать, что свойства вещества, которые мы открываем на Земле при помощи опытов, служат для объяснения многих явлений, происходящих и на отдаленнейших небесных телах, ибо в природе, при одинаковых условиях, должны происходить совершенно одинаковые явления.

Этим Ньютон сильно укрепил основы материализма, который учит, что мир един и что единство мира в его материальности. В самом деле, закон всемирного тяготения необходимо

вел к заключению, что небо вовсе не является убежищем для сверхестественных сил и существ: пришлось признать, что в природе все естественно, т. е. вселенная существует сама по себе, сохраняет сама себя и «управляется» сама собою, — все в ней находится в «самодвижении». Поэтому со времени Ньютона подлинная наука утверждает, что вся природа должна быть понята сама из себя, из ее собственных закономерностей, т. е. из взаимозависимостей, взаимодействий извечной материи. Неудивительно, что некоторые сторонники антинаучных воззрений обрушились на Ньютона за то, что он «лишил бога непосредственного воздействия на его творение, неизменно приписываемого ему священным писанием, а божье провидение заменил склад притяжения».

Несобходимо отметить, что понятие «силы» в механике, это общее название для всякой «причины движения». Природа этих «причин» изучается не механикой, а другими науками, так как для механики (закон Ньютона относится к механике) важно лишь их действие. Но не следует думать, что сила есть какая-то «скрытая сущность», которая каким-то таинственным образом порождает движение. Энгельс ясно показал, что сила есть «активное движение», т. е. она не порождает движения, а только переносит его с одного тела на другое. Покоящейся же материи нет, а потому всякий «покой», всякое равновесие имеет только относительное значение, являясь частным случаем движения. А движение — это не только перемещение тел, оно имеет разные виды и является формой существования материи, ибо нет движения без материи и материи без движения. Значит, движение не привносится в материю чем-то внешним, нематериальным: материя и движение составляет неразрывное единство, т. е. поскольку материя существует, она движется — действует, изменяется и т. д. Но эта весьма важная истина, вытекающая из диалектико-материалистического мировоззрения, неизвестна была Галилею, Ньютону и другим основателям теоретической механики.

Следствием этого явилось то, что Ньютон дал чисто механическое представление об устройстве планетной системы, не подумав о том, что все в мире изменяется. Метафизическая ограниченность механического естествознания, учившего об абсолютной неизменности природы и созданного в значительной мере в результате работ Ньютона, не позволила этому ученому поставить вопрос о возникновении и развитии планетной системы и освободиться от идеи «творца». Ньютон считал невозможным объяснить естественными причинами образование планетной системы (он думал, что планеты получили свое движение от «перста божьего» — первого толчка)

Еще Бюффон, Кант, Лаплас и др. вскрыли ошибку в рассуждениях Ньютона; они показали, что солнечная система (как и все в мире) представляет собой нечто развившееся во времени, что она имеет очень длинную историю. Но это не умаляет значения открытия Ньютона: закон всемирного тяготения явился важной вехой в истории материализма, так как он сильно укрепил представление о материальном единстве вселенной. Ведь созданная на основе этого закона особая наука — «небесная механика» — показала, что не может быть речи о произвольном вмешательстве в космические явления каких-то «высших духовных сил» и, следовательно, явилась блестящим подтверждением материалистического мировоззрения.

4. Универсальность закона тяготения

Открытие закона всемирного тяготения — одно из величайших завоеваний человеческого гения, одно из самых поразительных событий в истории естествознания с момента появления учения Коперника. Результаты, к которым этот закон приводит, отличаются такой точностью, что только благодаря ему астрономия по строгости своих предвидений и заключений уже давно стала образцом, примером, идеалом для всех естественных наук.

Следующие факты достаточно ясно показывают, насколько велика роль закона Ньютона для астрономии.

Уже во времена Ньютона было известно, что законы Кеплера верны лишь приблизительно в движениях планет имеются отклонения от строгого движения по эллипсам. Ньютон объяснил эти «отступления» в движении планет тем притяжением, которое планеты оказывают друг на друга. Действительно, Солнце, планеты и спутники планет взаимно притягивают друг друга, и от этих различных взаимных притяжений непрерывно изменяются их орбиты, т. е. несколько нарушается правильность их движения. Другими словами, в силу закона Ньютона, взаимные притяжения между планетами, спутниками и Солнцем вызывают уклонения в движении планет и их спутников, от их эллиптического движения, называемые по ученому «возмущениями».

Конечно, эти уклонения незначительны, ибо действие планет друг на друга составляет только малую, незначительную долю силы солнечного притяжения. Ведь массы планет весьма невелики по сравнению с массой Солнца (общая масса всех планет составляет приблизительно только $1/750$ часть массы

Солнца!), а расстояния между планетами очень велики по сравнению с их размерами. К тому же планеты движутся почти по круговым путям, и поэтому они не подходят друг к другу очень близко. Однако, несмотря на все это, вычисление возмущений планет является чрезвычайно сложным делом, составляя главное содержание целой науки — «Небесной механики». Даже задача определения движения планет по действиям Солнца и только одной «возмущающей» планеты (так называемая «задача трех тел») настолько трудна, что она до сих пор еще не решена в форме, пригодной для практических вычислений^{*)}. А ведь на самом деле на движение каждой планеты действует гораздо более возмущающих тел, и поэтому трудности задачи еще увеличиваются.

Как известно, астрономы составляют особые таблицы для нахождения положения планет на небе, чтобы вперед знать, где они должны в точности находиться в любой момент и наблюдать их. Конечно, при этих вычислениях строго учитываются, — насколько это возможно, возмущающие действия всех известных нам планет. И вот оказалось, что все планеты двигались в полном согласии с вычислениями, основанными на законе тяготения Ньютона, кроме одной — Урана. Открытая в 1781 г. астрономом Вильямом Гершелем, эта планета вела себя в глазах астрономов как-то странно и непонятно. Именно, в то время как наблюдения над Сатурном, Юпитером и другими планетами вполне согласовались с их теоретическими положениями, вычисленными по таблицам, для Урана такого согласия не существовало: для этой планеты в прошлом столетии все время наблюдалась разница между вычисленными и действительными положениями ее на небе. Правда, это отклонение было ничтожно, но никакой астроном не потерпит разницы между вычисленными и наблюдаемыми положениями какого-нибудь небесного тела и если он такую разницу найдет, то не успокаивается до тех пор, пока не раскроет ее причину.

В чем же состоит та причина, которая «сворачивает» планету Уран с ее пуги? Так как это отклонение от вычисленной орбиты нельзя было объяснить притяжением всех известных в то время планет, то некоторые ученые считали, что Уран своим движением говорит о том, что закон тяготения Ньютона не распространяется на всю область солнечной системы и что, стало быть, этот закон не является всеобщим, всемирным. Но наука в конце концов, решительно отвергла это предположение и

*) Финляндский математик Зундман решил эту задачу в строго математическом смысле, но данные им ряды, как показал Белоричский (Франция), столь сложны, что на практике применить их быть не могут.

раскрыла истинную причину странного «поведения» Урана при его движении по орбите.

Именно, астрономы Леверье и Адамс совершенно независимо друг от друга и почти одновременно, в сороковых годах прошлого столетия, показали, что Уран отклоняет от вычисленного пути притяжением неизвестной еще науке планеты, которая должна отстоять от Солнца дальше, чем Уран. В результате, по возмущениям орбиты Урана им путем вычислений удалось даже определить место на небе этой неизвестной «заурановой» планеты. И что же? В 1846 г. эта планета была открыта астрономом Галле и как раз по указанному «адресу», т. е. действительно в том месте неба, которое указывали вычисления; она была названа Нептуном. Тут перед нами один из поразительнейших примеров достоверности и полной обоснованности астрономических предсказаний: основываясь на законе всемирного тяготения, астроном «на кончике своего пера» открыл целый мир, отстоящий от нас на расстоянии миллиардов километров! Невольно вспоминается прекрасное замечание Ленина: «Чудесное пророчество есть сказка, научное пророчество есть факт» (Собрание сочин., т. XV, стр. 330).

31678
Открытие Нептуна было триумфом не только закона тяготения Ньютона, но и коперниковой системы мира, так как этот закон был доказан при изучении тел, которые входят в состав солнечной системы. Отмечая это обстоятельство, Энгельс говорил: «Солнечная система Коперника в течение трехсот лет оставалась гипотезой, в высшей степени вероятной, но все-таки гипотезой. Когда же Леверье, на основании данных этой системы, не только доказал, что должна существовать еще одна, неизвестная до тех пор, планета, но и определил посредством вычисления место, занимаемое ею в небесном пространстве, и когда после этого Галле действительно нашел эту планету, система Коперника была доказана» (Маркс, Избранные произведения, т. I, стр. 330).

После открытия Нептуна уже не могло быть сомнения в том, что закон тяготения действует во всей нашей планетной системе. Но распространяется ли этот закон на всю вселенную, т. е. является ли он действительно универсальным, всемирным законом? Дать утвердительный ответ на этот вопрос — значит доказать, что тот же закон притяжения, который вполне применим ко всем движениям, наблюдаемым в нашей планетной системе, применимы и к звездам, т. е. имеет место и во всех других мировых системах. Возможно ли это сделать? Оказалось, что вполне возможно.

Дело в том, что некоторые звезды так близко расположены одна возле другой, что составляют одну родственную группу

или систему, т. е. связаны между собой общей силой тяготения. Наблюдая эти «двойные звезды» в течение долгого времени, удалось установить, что одна из звезд, менее массивная, всегда обращается вокруг другой, более массивной; вернее, обе звезды обращаются вокруг их общего центра тяжести. При этом оказалось, что их орбиты имеют в общем такой же эллиптический вид, как и пути планет солнечной системы, и, стало быть, движение по таким орбитам совершается по закону Ньютона, т. е. и там сила, движущая звезду-спутницу, обратно пропорциональна квадрату расстояния. Словом, в мире двойных (и вообще «сложных») звезд происходит то же, что и при движении Луны вокруг Земли или Земли вокруг Солнца: тяготение удерживает одну из звезд около другой!

В связи с этим особенно замечательна история открытия невидимых спутников Сириуса и Прокциона. Астроном Бессель, заметив в 1844 г. неправильности в движении звезд Сириуса и Прокциона, которые видны в телескоп как одиночные звезды, понял, что эти неправильности представляют собой возмущения, вызванные притяжением движущихся вокруг этих звезд невидимых спутников, так что эти звезды в действительности являются двойными. Вскоре после этого астрономы, основываясь на законе всемирного тяготения, вычислили периоды обращения этих невидимых спутников, их положения, массы и т. д. — для Сириуса это было сделано Ауверсом, для Прокциона — Петерсом. И что же? Прошли десятки десятки лет, и эти «невидимые» спутники были без труда открыты при помощи более мощных телескопов, так что предположения Бесселя оправдались самым блестящим образом.

Открытие планеты Нептун и спутников Сириуса и Прокциона и начало собой новую и весьма замечательную главу в истории науки о вселенной — «астрономию невидимого». В самые последние годы астрономы Хольмберг, Странд и Рейль, работая совершенно независимо друг от друга, обнаружили такие небольшие, периодически повторяющиеся неправильности в движении некоторых ближайших к нам звезд, которые несомненно указывают на то, что у этих звезд имеются небольшие темные спутники планетного типа. Следовательно, в настоящее время уже не может быть речи о том, что наша планетная система представляет собой что-то исключительное: системы, подобные нашей солнечной системе, это — довольно частое явление во вселенной. »

Тем самым было доказано, что закон Ньютона есть универсальный закон природы, иначе говоря, — **в с е о б щ и й з а к о н** для всей вселенной, и что стало быть, он совершенно правильно был назван законом всемирного тяготения.

При этом весьма замечательно вот что: то, что казалось сперва его опровержением, послужило к вящему торжеству его!

Тяготение действует всюду, где только есть какое-нибудь тело, какое-нибудь вещество, и, стало быть, является важнейшей «силой природы». Поэтому закон всемирного тяготения является основным законом астрономии: он сразу охватывает бесконечную область фактов одной простой формулой. Но следует иметь в виду, что сущность, природа тяготения до сих пор остается неизвестной — Ньютон только показал, как это свойство вещества действует, но не дал его объяснения. Поэтому Энгельс, говоря о ньютоновском тяготении, отметит: «Лучшее, что можно сказать о нем, это — что оно не объясняет, а представляет наглядно современное состояние движения планет» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 221). Попытки объяснить тяготение делались неоднократно (наиболее интересная и смелая из них принадлежит знаменитому физическому Эйнштейну), но пока нет такой, которая увенчалась бы окончательным успехом. Найти такое объяснение — одна из насущных задач современной науки (физики и астрономии).

5. Единство вещества во вселенной

Мы видели, что Ньютон, завершив дело Коперника, связал астрономию с механикой — небесное с земным: он показал, что явления во вселенной (движение небесных тел) и механические явления на Земле (падение камня) представляют собой глубоко родственные явления, вызваны одними и теми же доступными нашему изучению законами природы, которым везде подчиняется материя.

В 1859 г. был изобретен спектроскоп, который положил начало спектральному анализу — поразительно точному методу определения химического состава и физического состояния небесных светил путем изучения их спектров, т. е. разложения их света. Спектроскоп позволил сделать дальнейший важный шаг на пути обнаружения материального единства вселенной, так как этот замечательный инструмент дал возможность связать астрономию с физикой и химией. Возник важный отдел астрономии — астрофизика, которая сплела физику и химию неба с физикой и химией Земли. Оказалось, что хотя Солнце, звезды, туманности, кометы и прочие небесные тела имеют различный химический состав, там имеются те же химические элементы, которые известны и на Земле, т. е. природа одинакова там и у нас. Так, ныне путем спектрального анализа твердо установлено присутствие на Солнце более шестидесяти химических элементов, в том числе кислорода, водорода, азота, углерода, лития, бора, бария, магния, алюминия, кремния, фосфора, серы,

калия, кальция, титана, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди, цинка, олова, платины, серебра, золота, тория и пр.

Что небесные тела в общем состоят из одних и тех же химических элементов — это, между прочим, прекрасно подтверждается непосредственным лабораторным исследованием химического состава метеоритов, т. е. упавших «с неба» камней. Метеориты представляют собой остатки комет, так что, держа такие камни, мы ощущаем нашими собственными руками то, что есть в кометах, т. е. в определенных небесных телах. Оказалось, что они состоят из тех же веществ, что наша Земля: в состав их входят железо, никель, фосфор, кремний, хлор, алюминий, водород, азот, кислород, углерод и др., но не обнаруживается неизвестных нам химических элементов. При этом в большинстве случаев главную массу метеоритов составляют железо и никель, т. е. те элементы, из которых, по видимому, преимущественно состоит ядро земного шара. Таким образом, лабораторным анализом химического состава «небесных камней» подтверждается тот вывод, который добыт астрономами при помощи спектрального анализа, а именно: мировое вещество едино, т. е. состоит из одних и тех же элементов.

Если бы удалось установить наличие вне Земли каких-нибудь химических элементов, не имеющих на Земле, то это не говорило бы против единства материи, а лишь расширило бы наши знания о многообразии материи. Характерно, однако, то, что в спектрах звезд и туманностей не обнаружено никаких следов существования неизвестных на Земле химических элементов.

Одно время исключительно «солнечным веществом» считался гелий (от греческого слова «гелиос» — Солнце), так как впервые он был обнаружен в 1868 г. в спектре Солнца. Через 27 лет гелий был найден на Земле, и теперь этот газ играет немаловажную роль в современной технике.

Несмотря на это, некоторые астрофизики все еще долгое время приписывали наличие неизвестных линий в спектрах туманностей, полярных сияний, солнечной короны и т. д. новым, неизвестным на Земле, химическим элементам. Теперь же мы определенно можем сказать, что это не новые элементы, а давно известные нам старые элементы, но находящиеся в особом физическом состоянии. Что это так, прекрасно видно из работы Боуэна, раскрывшего загадку спектра небуля.

Дело в том, что уже давно в спектре туманностей найдено несколько линий, происхождение которых было для нас совершенно неизвестно. На этом основании физики и астрономы считали, что в туманностях имеется, по крайней мере, один хи-

мический элемент — небулий (от латинского слова «небула» — туман), который на Земле совершенно отсутствует. Правда, астрофизик Эддингтон высказал мысль о том, что небулий — старый знакомый, а не новый элемент: это — неизвестное нам особое состояние уже давно известного элемента. Однако этот вопрос остался открытым до 1927 г., когда Боуэн сообщил о результатах своих исследований, которые привели его к заключению, что никакого небулия, как нового химического вещества, как нового элемента, во вселенной не существует, а эта группа спектральных линий на самом деле производится хорошо известными нам газами, кислородом и азотом, только находящимся в тех исключительных условиях, которых мы не можем создать в лаборатории. Можно сказать, что под «маской» небулия скрывались газы, составляющие наш воздух, но атомы которых ионизированы, т. е. как бы «ощипаны», иначе говоря лишены многих своих электронов и находятся в особом (так называемом «метастабильном») состоянии, которое возможно только при крайних степенях разрежения светящегося газа.

Некоторые линии спектра солнечной короны также приписывались какому-то неизвестному на Земле газу, названному «короном». Но в настоящее время шведский астрофизик Эдлен объяснил теоретически и возникновение главных линий спектра короны. Главные линии спектра короны, как оказывается, производится 13-кратно ионизированным железом. Более слабые линии коронального спектра производятся железом, кальцием и никелем, тоже сильно ионизированными. Следовательно, знакомые нам вещества производят эти загадочные линии.

Как известно, звезды — это солнца вселенной, так что они имеют в общем такой же химический состав, что и наше дневное светило. На последнем же, как было уже указано, из 92 химических элементов, известных на Земле, обнаружено присутствие более шести десятков (62—63) элементов (особенно много там водорода). Бросается в глаза, что из радиоактивных элементов — найден только торий и что не обнаружен целый ряд других, хорошо известных на Земле, элементов. Но отсутствие в солнечном спектре линий определенного элемента еще не говорит о том, что элемента действительно нет на Солнце. Дело в том, что спектральные линии вызываются лишь теми элементами, которые находятся в наружных оболочках (атмосфере) Солнца, т. е. они ничего не говоря о химическом составе глубоких недр этого светила. Значит весьма возможно, что не обнаруженные на Солнце элементы (в особенности тяжелые металлы) сосредоточены в более глубоких

слоях этого светила, откуда свет до нас не доходит, и поэтому они недоступны спектроскопу.

Следует ли на основании сказанного считать, что Солнце, звезды, туманности и вообще вся вселенная состоит только из тех 92 элементов (типов атомов), которые найдены на Земле? Для этого пока нет достаточных оснований, так как свет, получаемый нами от Солнца и звезд (и излучаемый спектроскопом), исходит от самых внешних их слоев. Стало быть, этот свет ничего не может сказать о химическом составе глубочайших недр этих светил (ведь и о типах атомов, находящихся в глубинах самой Земли, мы почти ничего не знаем). К тому же, вряд ли можно сомневаться в том, что Земля образовалась когда-то из вещества, отделявшегося от поверхностных слоев Солнца. Следовательно, в формировании нашей планеты могли принимать участие только те химические элементы, которые встречаются в наружных частях Солнца и частью обнаруживают свое присутствие в солнечной атмосфере с помощью спектрального анализа.

6. Обмен вещества между мирами.

Развитие науки все более и более убеждает нас не только в единстве мировой материи, но и в том, что единая, всеобщая материальная связь существует между тем, что «на Земле», и тем, что «вне Земли». Например, оказалось, что по всем направлениям из мирового пространства непрерывно падает на земную поверхность «дождь» космических лучей, природа которых не совсем еще для нас ясна. Но особенно замечательно то, что Земля «растет», увеличивается в массе за счет «небесного» космического вещества: из сделанных наблюдений вычислили, что в течение года наша планета получает из небесного пространства в виде так называемых «падающих звезд» и метеоритов несколько тысяч тонн вещества.

Как известно, солнечная энергия есть причина всего происходящего на Земле, она служит источником всякой жизни на нашей планете. «Вся энергия, в настоящее время действующая на Земле, есть превращенная солнечная теплота» — отметил Энгельс («Диалектика природы», 1941 г., стр. 199). Неудивительно поэтому, что факты, касающиеся «солнцедетельности», т. е. происходящих на Солнце явлений (образование пятен, извержение газов и т. д.), протянули прочные, прямые нити от «неба» к «Земле».

В каждой местности свободно подвешенная магнитная стрелка приблизительно принимает направление: север-юг (на этом основано применение компаса). Но время от времени

наблюдаются так называемые «магнитные бури»: магнитная стрелка начинает метаться из стороны в сторону, резко отклоняясь от нормального положения (по образному выражению моряков «стрелка сходит с ума», «дурит»). В это же время замечаются и другие явления: в полярных странах (в том числе и в наших северных областях) все небо полыхает причудливыми «полярными сияниями» (в народе говорят, что на небе «сполохи играют»), прерывается телеграфное и телефонное сообщение, а также и радиосвязь. Оказывается, что наступление всех этих явлений всегда совпадает с появлением на Солнце большого количества пятен или особенно больших пятен, т. е. с возникновением на Солнце гигантских вихрей наэлектризованной материи. Происходит, это, повидимому, следующим образом.

От Солнца непрерывно отделяются потоки мельчайших наэлектризованных частиц, которые, между прочим, наблюдаются в виде лучей и «лепестков» солнечной короны. Солнечные пятна, являющиеся, по Хэлу, электрическими вихрями, т. е. вихрями разреженных газов, в которых быстро кружатся электроны, выбрасывают гораздо более мощные потоки наэлектризованных частиц, чем остальная поверхность Солнца, причем эти частицы пронизывают быстрее всяких снарядов пространство от Солнца до Земли. Но и вообще верхние слои солнечной атмосферы выбрасывают постоянно целые тучи или потоки частиц, образуя так называемое «корпускулярное излучение» Солнца, идущее от него к планетам. Когда они попадают в верхние слои земной атмосферы, то вызывают свечение разреженных газов, составляющих эти слои нашей атмосферы: эти явления мы и называем полярными сияниями.

Таким образом, мы здесь имеем факт, когда от одного космического тела к другому, через пространство почти в 150 миллионов километров, переносится материя в тончайших ее подразделениях (пылишки, молекулы, ионы, электроны). А раз попав в нашу земную атмосферу, эта солнечная материя с этого времени начинает участвовать в работе земной природы, солнечная частичка делается земной! Значит, Солнце, а следовательно, звезды вообще непрерывно рассеивают в пространство некоторую (правда небольшую) часть своей материи. Поэтому не может быть речи о совершенно пустом, лишенном вещества пространстве: все межпланетное и межзвездное пространство пронизано потоками электронов, точнее мощными потоками корпускулярного излучения.

В связи с этим следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Согласно новым физическим воззрениям пу-

чистая энергия обладает рядом свойств весомой материи: тяжестью, инерцией и т. д., так что всякое излучение телом его тепла и света сопровождается потерей массы, уменьшением веса. По вычислениям, Солнце теряет каждую секунду около 4 миллионов тонн массы — примерно в 10 раз больше тонны массы воды, которая проходит в одну секунду через знаменитый Иагарский водопад. Стало быть, вместе с испусканием света и тепла Солнцем и прочими звездами, медленно рассеивается в мировое пространство, уменьшается их масса. Эта «потеря массы» не означает исчезновения материи (последняя, ведь, не может уничтожиться, как не может возникнуть «из ничего»), а есть лишь переход одной формы движущейся материи в другую. Но в таком случае приходится отбросить прежнее представление, что космические тела взаимодействуют лишь своим притяжением, не обмениваясь никакой весомой материей. Оказывается, что между небесными телами, несмотря на отделяющие их колоссальные расстояния, существует своего рода «мост», так как обмен их лучистой энергией («излучением») означает в сущности обмен движущейся материей. Стало быть, свет — не бестелесный посланник небесных светил, а долетевшая до нас часть этих далеких мировых тел.

Как известно, имеются звезды, которые гораздо более горячи, чем Солнце, которое принадлежит к сравнительно холодным звездам. Они теряют и более значительную часть массы, как вследствие испускания лучистой энергии, так и в результате выбрасывания потоков частиц. Менцелл показал, что происхождение светлых полос водорода, ионизированного гелия и других газов в спектре весьма горячих звезд (типа Вольфа-Райе) может быть объяснено непрерывным выбрасыванием атомов с поверхностей этих солнц. Все эти атомы уносятся в пространство лучевым давлением, так как всякий луч, попадающий на всякую крупинку вещества, производит на нее давление (это явление было обнаружено замечательными опытами нашего знаменитого физика П. Н. Лебедева, скончавшегося в 1913 г.). Благодаря высокой температуре этих звезд их лучевое давление настолько значительно, что скорость выбрасывания атомов доходит до 2000 километров в секунду.

Итак, все звезды, и в первую очередь наиболее горячие, выбрасывают, рассеивают как бы облака мельчайших частиц вещества, так что во многих местах нашей звездной системы (Галактики) должны были скопиться значительные массы газа. Особенно большие массы газа выбрасываются при вспышке так называемых «новых» или «временных» звезд: время от времени (вероятно, один раз в несколько тысячелетий) эти звезды чрез-

вычайно ярко вспыхивают. Оказалось, что под влиянием неизвестных причин они вдруг значительно «раздуваются», а затем «сжестиваются», принимая прежние размеры, причем в результате этой катастрофы от звезд отрывается часть их газовых оболочек, т. е. вокруг них образуются разрезанные облака (газовые галактические туманности).

Между прочим, при помощи спектроскопа доказано, что между некоторыми из галактических звезд расположены невидимые холодные и чрезмерно разреженные облака кальция и некоторых других элементов. Этот «космический газ» получил название «галактического субстрата», т. е. газовой среды, рассеянной среди звезд нашей Галактики—системы Млечного Пути. Повидимому, эта межзвездная «среда» образовалась из атомов кальция и других элементов, выброшенных из атмосфер очень горячих звезд.

Не только Солнце и звезды, но и планеты рассеивают в мировое пространство частицы своих атмосфер. Посмотрим, как это происходит.

Доказано, что большие планеты солнечной системы (Юпитер, Сатурн и др.) обладают мощными воздушными оболочками. Известно также, что встречаются в солнечной системе и такие тела (например, Луна и астероиды), которые совсем лишены атмосфер. Чем же это объясняется?

На это мы имеем вполне научный ответ, не вызывающий никаких сомнений. Стоней, Роговский и другие ученые доказали, что планеты постепенно лишаются своей атмосферы, и этот процесс происходит тем быстрее, чем меньше тяготение на их поверхности, т. е. чем меньше их масса. При этом легчайшие газы теряются быстрее всего и рассеиваются в межпланетном пространстве. В настоящее время известна для каждой планеты скорость «улетучивания» частиц ее атмосферы. Для Земли эта «критическая» или предельная, как бы «роковая» скорость, должна равняться около 12 километров в секунду. Как только та или иная молекула газа из числа находящихся на границе атмосферы достигает этой скорости, она переходит границу силы притяжения и становится свободной. Она должна покинуть земную атмосферу, т. е. улететь, «дезертировать» в мирное пространство: наша Земля не может удержать таких молекул газа в своей атмосфере!

Как видно эти простые соображения дают нам возможность определить, по крайней мере теоретически, какие газы не могут удержаться в атмосфере того или иного мирового тела. Чем легче молекулы какого-нибудь газа, тем больше, при прочих равных условиях, его молекулярная скорость а

следовательно, тем легче он может «ускользнуть» от влияния притяжения какого-нибудь космического тела и, следовательно улечитись в окружающее пространство.

Равновесие каждого из газов, таким образом, может быть установлено только при условии, что количество рассеивающихся молекул становится равным количеству одновременно вновь образующихся молекул. Газы же, которые вновь не образуются, непременно ускользают от влияния тяготения, иначе говоря, постепенно улетают в космическое пространство, и тем быстрее, чем слабее тяготение, и наоборот. Следовательно, если такие светила, как Луна и астероиды, совсем лишены атмосфер, то это потому, что на их поверхности тяготение настолько незначительно, что оно не в состоянии удержать ни одного из газов. Например, с Луны частицы газов улетели, сравнительно, очень свободно, так как сила тяжести на поверхности этого тела примерно раз в шесть меньше силы тяжести у поверхности Земли, а критическая скорость почти в пять раз меньше. Что же касается Марса, который массивнее не только Луны, но и Меркурия, то согласно этому представлению эта планета может удерживать атмосферу из кислорода, азота и более тяжелых газов и, вероятно, также водяного пара. И действительно, существование на Марсе атмосферы (правда, значительно более разреженной, чем на Земле) не вызывает никаких сомнений.

Итак, между планетами, Солнцем и, вероятно, ближайшими к нам звездами, повидному происходит постоянный, хотя и весьма медленный «обмен веществом»: атомами корпускулами, пылинками и т. п.

7. Единство земной и небесной физики

Благодаря спектральному анализу мы имеем возможность изучать поведение вещества при чрезвычайно высоких температурах — примерно от 3000° до $140\,000^{\circ}$ (таковы температуры поверхностей звезд). При таких температурах атомы всех элементов распадаются, расщепляются на свои составные части на отдельные электроны и на атомные ядра, которые большей частью совершенно лишаются электронов. Особенно резко этот процесс происходит в недрах звезд, где температура достигает много миллионов градусов: там совершенно отсутствуют известные нам на Земле сложные сочетания электронов и ядер, образующие химические атомы и молекулы с их разнообразными свойствами. «Построить внутри звезды целый атом так же трудно, как построить картонный домик среди урагана», — правильно заметил астрофизик Джинс.

Дело в том, что температура, указывающая степень тепла, служит мерой быстроты движения молекулы тела. Например при комнатной температуре молекулы воздуха носятся со средней скоростью почти полкилометра в секунду; если бы воздух нагреть до 20—30 миллионов градусов, то скорость превосходила бы 100—150 километров в секунду. Но для астронома и физика такие скорости — самая обыкновенная вещь; скорости звезд и метеоритов нередко достигают 100—150 километров в секунду, а скорости частиц, вылетающих из распадающихся атомов, обыкновенно в сотни раз больше. Значит, нет ничего необычного в том, что температура глубоких недр звезд достигает многих миллионов градусов. А при таких температурах атомы подвергаются сильнейшей ионизации, т. е. они теряют все свои электроны, совершенно «ободраны», «общипаны», так что вместо известных нам атомов существуют только отдельные ядра и отдельные электроны.

В звездах, т. е. небесных телах, аналогичных нашему Солнцу, газообразное вещество достигает наивысшей концентрации. При этом плотность звезд чрезвычайно разнообразна, так как звезды имеют различные размеры и массы. У некоторых звезд (например, у гигантской звезды Бетельгейзе) плотность настолько незначительна, что она в 1500 раз меньше плотности обычного комнатного воздуха, которым мы дышим. Это в полтора миллиона раз меньше плотности нашего Солнца. Но наряду с этими разреженными звездами существуют маленькие звезды (так называемые «белые карлики»), вещество которых находится в сверхплотном состоянии. Так астроном Кейпер открыл чрезвычайно маленькую звезду, плотность которой в 36 миллионов раз больше плотности воды, так что спичечная коробка с этим веществом должна весить около тысячи тонн! Объясняется это тем, что вещество этих звезд (вследствие очень высокой температуры) состоит почти исключительно из одних атомных ядер лишенных всех электронов, и поэтому атомы занимают гораздо меньшее пространство их поэтому можно сближать несравненно сильнее, чем при земных условиях и благодаря этому вещество становится чрезвычайно плотным и тяжелым.

Космическое вещество, которое не входит в состав звезд находится в состоянии газа и обычно принимает вид своеобразных «облаков». Эти космические образования называются газовыми или диффузными (размытыми) туманностями, их вещество в миллионы раз менее плотно, чем плотность, которой удалось достигнуть в наших лабораториях. Лабораторным путем, впрочем, уже получены плотности, равные плотности земной стратосферы на высоте 600 километров. Разме-

оны диффузных галактических туманностей — колоссальны. Число их в Галактике (т. е. в нашей звездной системе) весьма велико.

Из сказанного видно, что мы имеем все основания говорить о полном единстве земной и космической физики и химии, которое блестяще установлено астрофизикой. Но отсюда не следует, что физика и химия небесных тел совершенно тождественны с земной физикой и химией, так как мир не только един, но и многообразен: он представляет собой (как этому учит диалектический материализм) единство в многообразии. Солнце, звезды, туманности и прочие небесные тела являются как бы грандиозными лабораториями, причем, если мы и не можем управлять процессами в таких лабораториях, то это компенсируется огромным разнообразием светил. Поэтому, астрономия дает богатейший материал для открытия новых физических закономерностей, позволяющих объяснить многие земные явления.

Неудивительно, что астрономия играет очень большую роль в развитии физики и химии. Напомним, что гелий был открыт сперва на Солнце, а лишь долгое время спустя — на Земле. Материя в сверхплотном состоянии на Земле еще не получена и мы знаем о ней только благодаря изучению строения некоторых звезд (белых карликов).

Надо, однако, учесть и то, что успехи астрономии были бы невозможны без достижений современной физики, так как многое из того, что мы открываем в наших лабораториях, весьма помогает нам при объяснении космических явлений. Таким образом получается очень важная «взаимопомощь» между земной и космической физикой.

«Для астронома — физика, — говорит Джинс, — каждая отдельная звезда представляет собой тигель, в котором материя подвергается действию температуры и давления, совершенно недоступных земному физическому. Таким образом есть надежда узнать о таких свойствах материи, которые недоступны земному физическому в силу ограниченности пределов физических условий, находящихся в его распоряжении. И поэтому конечная цель астрофизики — слить космическую физику с земной так, чтобы получилась всеобъемлющая наука».

Особенно яркий пример взаимосвязи земной и космической физики, их единства мы имеем в тех новейших исследованиях, которые дали ответ на старый вопрос: откуда берется солнечная и вообще звездная энергия?

Солнце не охладилось заметно даже за миллиард лет, несмотря на то, что оно непрерывно излучает по всем направлениям колоссальные потоки тепла. Это показывает, что расход

солнечной энергии все время возмещается из какого-то очень значительного источника. Но все известные нам на Земле источники энергии — горение, сжатие газовой массы, радиоактивность и другие — оказались недостаточными для поддержания солнечного излучения в течение миллиардов лет. Поэтому до самого последнего времени проблема происхождения энергии Солнца и других звезд сильно волновала ученых и являлась одной из основных загадок мироздания. Но теперь положение резко изменилось: под влиянием успехов теоретической и экспериментальной физики эта великая научная проблема в основном разрешена. А тем самым получено было еще одно замечательное доказательство материального единства вселенной.

Дело в том, что современная физика, с одной стороны, доказала, что лучистая энергия обладает массой, а с другой стороны установила, что существует определенная эквивалентность или равновеликость массы и энергии, и тем объединила два великих закона природы — закон сохранения массы и закон сохранения энергии. Оказалось, что выделение энергии сопровождается «потерей» массы, а «потеря» массы, наоборот, компенсируется выделением энергии, причем согласно формуле Эйнштейна эквивалентная энергия равна массе, умноженной на квадрат скорости света. Это значит, что «потеря» одного только грамма массы любого вещества равносильна 20 миллиардам больших калорий, — энергии, способной нагреть 200 тысяч тонн воды на 100 градусов.

Астрономия в своих попытках решить проблему производства звездной энергии не могла не учесть это важное обстоятельство. Ведь не подлежит сомнению, что всякое тело, испуская энергию, тем самым должно «потерять» определенную часть своей массы. Как уже сказано, вычисления показывают, что лучистая энергия, расточаемая Солнцем в секунду, весит более 4 миллионов тонн, т. е. это светило благодаря излучению теряет массу со скоростью 250 миллионов тонн в минуту или 15 миллиардов тонн в час. Однако масса Солнца настолько велика, что эта потеря может составить одну тысячную часть его массы только по истечении 15 миллиардов лет. На этом основании считают, что основным источником звездной энергии являются те процессы, которые вызывают превращение массы звезд в излучение. Но как же осуществляются эти процессы?

На этот вопрос недавно ответил физик Бёте, который, учтя новейшие успехи экспериментального изучения внутриатомных реакций, ядерных превращений, полностью разрешил основную, самую важную часть проблемы звездной энергии

Оказалось, что главнейшим источником звездной энергии является внутратомная энергия, причем эта энергия заключается в ядрах атомов и освобождается в результате ядерных реакций, вызывающих синтез химических элементов—преобразование атомов легчайшего элемента, водорода, в атомы более тяжелого гелия. Значит, вопрос об источниках звездной энергии неразрывно связан с проблемой внутреннего строения атомов, и недаром уже давно астрофизик Эмден сказал, что «дорога к познанию звезд идет через атом».

Дело в том, что 1 атом гелия может образоваться из 4 водородных атомов, причем 4 протона (ядра водорода), затраченные в этом процессе, весят в атомных единицах 4,03252. А между тем точные измерения, показали, что ядро гелия (альфа-частица) весит, всего только 4,00386, так что получается потеря массы в 0,02866 единицы,—это составляет 1/141 (т. е. меньше 0,8%) первоначальной массы. Вначале этот факт казался загадочным, но теперь считается бесспорным, что потерянная масса не исчезла бесследно, а выделяется в виде энергии. При этом замечательно вот что: «дефект массы» как раз равен тому количеству энергии, которое было затрачено на «упаковку» четырех протонов в ядро гелия, т. е. при такой «упаковке» теряется масса («эффект упаковки»). Но очевидно, что одновременное столкновение четырех протонов и одновременное соединение их в ядро гелия абсолютно невероятно. Поэтому долгое время было совершенно неясно, каким образом и при каких условиях может произойти превращение водорода в гелий, т. е. образование ядра гелия из протонов. Только в самые последние годы выяснилось, что этот процесс является очень сложным, так как он осуществляется круглым путем,—путем, называемым цепной ядерной реакцией Бёте.

Как известно, атомы обычных элементов, в отличие от радиоактивных, очень прочны и стойки, так что, если стремиться добиться их превращения, необходимо употребить какие-то колоссальные силы. Наиболее мощные из известных нам сил природы мы имеем в альфа-частицах, выбрасываемых из недр атомов ядра радия со скоростью около 20 тысяч километров в секунду, т. е. примерно в 30 тысяч раз быстрее, чем пуля винтовки. Можно было ожидать, что если такая частица налетает на встречный атом «в упор» то ядро этого атома не выдерживает удара и испытывает превращение—распадается или усложняется. Таким именно путем знаменитый физик Резерфорд в 1919 г. сделал выдающееся открытие: он впервые искусственно разложил ядра азота—от них оторвались гелиевые и водородные ядра, т. е. альфа части-

цы и протоны. Значит, «бомбардируя» атомы альфа-частицами, удалось добиться искусственного превращения химических элементов и, следовательно, впервые экспериментально, в лабораторных условиях, вызывать ядерные реакции, т. е. процессы, производящие внутреннюю перестройку, преобразование атомов.

В последние годы благодаря изобретению особого прибора — циклотрона, создающего весьма высокие напряжения (до миллиона и более вольт), удалось осуществить лабораторным путем большой ряд ядерных реакций. Циклотрон сильно разгоняет протоны и позволяет бомбардировать атомы различных элементов этими быстролетающими положительно заряженными частицами. Благодаря своей большой энергии, протоны пролетают сквозь атомы, иногда попадают в их ядра (которые занимают весьма незначительную часть атома) и производят их коренное преобразование. В этой внутренней реконструкции атомов и заключаются ядерные реакции, причем не подлежит сомнению, что такие внутриатомные процессы должны происходить внутри звезд, преимущественно в их центральных областях, где температура достигает примерно 20 миллионов градусов. Там носятся с огромными скоростями (в среднем 100—200 километров в секунду) ядра различных элементов и среди них имеется большое количество протонов — ядер водорода, так как доказано, что на Солнце и на звездах (да и вообще в мировом пространстве) водород встречается в особенно значительном количестве. Повидимому, в атмосфере Солнца водорода в сотни раз больше, чем других элементов вместе взятых, причем в настоящее время водород составляет примерно одну треть (если не половину) всей солнечной массы.

Как же в настоящее время в недрах Солнца осуществляются те атомные реакции, которые обеспечивают неизменность солнечного излучения?

В лабораторных условиях наблюдается два типа ядерных реакций — проникновение в ядра различных элементов или незаряженной частицы — нейтрона, или же заряженной частицы — протона (массы этих частичек одинаковы — равны 1). Внутриатомные реакции с свободными нейтронами производятся легче всего, так как заряженное ядро не отталкивает нейтрон, но именно поэтому такие реакции в недрах Солнца должны в настоящее время отсутствовать. Ведь они происходили настолько легко, что нейтроны очень скоро соединились бы с ядрами других элементов и в результате произошло бы почти мгновенное выделение лучистой энергии, которое исчерпало бы весь наличный запас нейтронов. Приходится, следовательно, признать, что в условиях звездной материи основ-

ные ядерные реакции производятся только свободными протонами, которым удается проникнуть в атомные ядра. Это происходило только при лобовом столкновении со скоростями, гораздо большими обычных, причем чем больше заряд ядра, т. е. чем тяжелее атом, тем больше требуется энергии, чтобы проникнуть в него. Значит, чем больше атомный вес химического элемента, тем значительнее должна быть скорость протонов, а следовательно тем выше должна быть температура газов, из которых состоят недра звезд. Но характерно то, что протону все же не удастся попасть в ядра химических элементов с большим атомным весом, чем кислород, по крайней мере при температуре не выше 20 миллионов градусов.

Легче происходит проникновение протона в ядро тяжелого водорода (дейтерия), состоящее всего из двух частиц — протона и нейтрона. Несколько труднее проникнуть протону в ядра более тяжелых элементов — лития, бериллия и бора, но все же эти реакции происходят сравнительно легко, так как они требуют температуры только в 2—3½ миллиона градусов. Так как в первую очередь происходят наиболее легкие атомные реакции, то естественно ожидать, что эти реакции уже имели место в прошлой истории Солнца и привели к почти полному исчезновению наличных запасов лития, потом — бериллия и затем — бора. Действительно, спектральный анализ свидетельствует, что в атмосфере Солнца указанные элементы имеются в совершенно незначительном количестве по сравнению с другими элементами. Бете, показал, что в настоящее время в центральных областях Солнца (где температура, как уже сказано, доходит до 20 миллионов градусов) возможны лишь более сложные ядерные реакции — проникновение протонов в ядра углерода. Эти реакции основаны не только на теоретических соображениях, но и на экспериментальных данных — они в значительной степени были осуществлены в лабораторных условиях.

Бете разобрал следующую совокупность атомных (ядерных) реакций, приводящих к превращению водорода в гелий: а) протон (масса или атомный вес 1) проникает в ядро обычного углерода с массой 12 (состоит из 6 протонов и 6 нейтронов) и превращается в нем в нейтрон, а вследствие этого образуется новый элемент — изотоп (разновидность элемента) легкого азота массы 13; б) получившееся ядро азота (состоит из 6 протонов и 7 нейтронов) неустойчиво, т. е. оно является радиоактивным, самораспадающимся (такой элемент получен также искусственным путем, т. е. в лабораторных условиях) — оно испускает позитрон (положительный электрон) и становится ядром изотопа тяжелого углерода массы 13; в) новое проникновение протона в это ядро и оно превращается

в ядро нормального азота массы 14; г) далее таким же путем образуется очень неустойчивое ядро легкого изотопа кислорода массы 15, который испускает позитрон и превращается в ядро тяжелого изотопа азота массы 15; д) следующее проникновение протона в ядро изотопа азота приводит к тому, что от этого ядра открывается альфа-частица (ядро гелия), так что ядро распадается на прежнее, обычное ядро углерода массы 12, с которого начались указанные внутриатомные превращения, и на ядро гелия массы 4.

Такова так называемая цепная ядерная реакция Бёте, — углеродный цикл внутриатомных превращений, которые должны осуществляться в центральной области Солнца и многих звезд под влиянием царящих там высоких температур. Конечным результатом этой сложной, циклической реакции является образование гелия из водорода: из ядер обычного углерода путем последовательных попаданий в атомные ядра четыре протона образуют одно атомное ядро гелия. Если этот процесс грубо сравнить с горением, то можно будет сказать, что в недрах Солнца находится как бы гигантская «печь», в которой водород как бы сгорает, т. е. количество его уменьшается и вместо него образуется гелий. При этом характерно то, что углерод не расходуется в этом процессе, он остается в конечном итоге без изменения и, таким образом, по существу, является лишь катализатором — элементом, в присутствии которого только и происходит описанная реакция. Как остроумно заметил выдающийся астрофизик Рёссел, «если водород служит топливом в звезде, то гелий представляет пепел». С ядром гелия, повидимому, ничего не может случиться при всякого рода атомных превращениях: альфа-частица представляет собой необычайно прочную вещь, так как она состоит из двух протонов и двух нейтронов, которые весьма плотно «упакованы». При такой «упаковке» теряется почти 0,8% исходной массы и этот «эффект упаковки» («дефект массы») и выделяется в указанной цепи реакций в новой форме — в виде лучистой энергии. Бёте показал, что если Солнце состоит только на 1% из углерода и азота (что весьма вероятно), то углеродный цикл ядерных реакций должен производить как раз то количество энергии, которое излучается Солнцем.

Итак, источники солнечной энергии, в основном, раскрыты. Солнце светит и греет, главным образом потому, что в его недрах под влиянием чрезвычайно высоких температур постоянно совершаются ядерные реакции, при которых освобождается внутриатомная энергия. Решение этой великой научной проблемы — блестящее доказательство единства зем-

ной и космической ядерной физики, изучающей внутриатомные явления.

8. Единство в многообразии

Стремясь объединить земную и космическую физику, мы все же не должны забывать о многообразии различных частей вселенной и поэтому с некоторой осторожностью переносить на всю вселенную закономерности, открытые в наших лабораторных условиях. На примере законов падения тел, изучаемых на Земле, мы убедились в возможности успешного переноса земных закономерностей на всю вселенную, и поэтому закон тяготения мы считаем универсальным, вселенским, космическим законом. Всеобъемлющими же законами мы признаем химические законы, выраженные в таблице Менделеева, ибо, сравнивая спектры небесных тел с лабораторными спектрами химических элементов, мы убеждаемся в том, что их можно распространить на всю вселенную. А вот попытки перенести на всю вселенную так называемое второе начало термодинамики (механической теории теплоты), говорящей о «необратимости» физических процессов, о неспособности тепловой энергии к дальнейшим превращениям, привели к антинаучному представлению о конце вселенной («тепловой смерти» всего мира), которое резко противоречит первому началу термодинамики (закону сохранения и превращения энергии). Это, конечно, показывает, что нельзя переносить на вселенную все без исключения земные законы физики: не все законы природы являются универсальными.

В связи с этим Энгельс подчеркивает, что вся наша официальная физика, химия и биология исключительно геоцентричны, т. е. рассчитаны только для Земли. Он говорит: «Геоцентрическая точка зрения в астрономии ограничена и по справедливости отвергается. Но по мере того как мы идем в исследовании дальше, она все более и более вступает в свои права.. Для нас возможны только геоцентрическая физика, химия, биология, метеорология и т. д., и эти науки ничего не теряют от утверждения, что они имеют силу только для Земли и поэтому лишь относительно. Если мы всерьез потребуем лишенной центра науки, то мы этим остановим движение всякой науки. Для нас [достаточно] знать, что при одинаковых обстоятельствах повсюду [имеет место] одинаковое..» (Энгельс. «Диалектика природы», 1941 г., стр 192).

Смысл этого вывода ясен из следующего приводимого Энгельсом примера Что вода при температуре от 0 до 100° Ц.

жидка — это вечный закон природы, но, чтобы он мог иметь силу, должны быть налицо: 1) вода, 2) данная температура и 3) нормальное давление, — на Луне и Солнце этих условий нет (на Луне нет воды, на Солнце имеются только составляющие ее элементы, и поэтому для этих небесных тел указанный закон не существует).

Вообще, положение о закономерности природы выражает лишь ту простую мысль, что одинаковые причины при одних и тех же условиях порождает одинаковые следствия. А это положение не может быть опровергнуто, так как нарушить его — значит упразднить не только всякую науку, но и всю технику и весь наш повседневный опыт.

Вот почему Энгельс подчеркивает, что вечные законы природы превращаются все более и более в исторические законы. Показав, как происходит это превращение, Энгельс приходит к заключению: «Итак, если мы желаем говорить о всеобщих законах природы, применимых одинаково во всем телах, начиная с туманности и кончая человеком, то у нас остается только тяжесть и, пожалуй, наиболее общая формулировка теории превращения энергии, *vulgo* (или, как обычно выражаются) механическая теория теплоты. Но сама эта теория превращается, если последовательно применять ее ко всем явлениям природы, в историческое изображение изменений происходящих одно за другим в какой-нибудь мировой системе от ее возникновения до гибели, т. е. превращается в историю, на каждой ступени которой господствуют другие законы, т. е. другие формы проявления одного и того же универсального движения, — и, таким образом, абсолютно всеобщим значением обладает одно лишь движение» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 192). Следовательно, законы природы историчны в том смысле, что они действуют не всегда и всюду, а лишь при наличии определенных условий. Но это, конечно, не значит, что законы природы представляют собой нечто совершенно произвольное, что они могут быть в некоторых случаях отменены. Поэтому Маркс подчеркивал: «Законы природы, вообще, не могут быть уничтожены. Измениться в зависимости от различных исторических условий может лишь форма, в которой эти законы проявляются» («Письма к Кутельману», 1928 г., стр. 50).

В связи с представлением об историчности всего существующего необходимо учесть следующее очень важное замечание Энгельса: «Крайней границей нашего естествознания является до сих пор наша вселенная, и, для того, чтобы познать природу, мы не нуждаемся в тех бесчисленных многих вселенных, которые находятся за пределами нашей все-

венной. Более того, только одно Солнце из миллионов солнц и его система образуют существенную основу нашего астрономического исследования. Для земной механики, физики и химии нам приходится более или менее, а для органической науки всецело, ограничиваться нашей Землей. И тем не менее это не наносит существенного ущерба практически бесконечному многообразию явлений и познанию природы, точно так же как не вредит истории аналогичное, но еще большее ограничение ее сравнительно коротким периодом времени и небольшой частью Земли» («Диалектика природы», 1941 г., стр. 190).

Во вселенной мы встречаемся с необычайным, едва доступными для наших представлений масштабами пространства и времени, совершенно несравнимыми с привычными нам земными масштабами, и поэтому там господствуют некоторые новые, неизвестные на Земле закономерности. Как теперь обнаружилось, нечто подобное происходит и при переходе в внутриатомный мир: там мы встречаемся с такими малыми размерами, что некоторые привычные нам закономерности там уже не действуют. Во вселенной ведь царит большое разнообразие мир — единство в многообразии, или многообразие в единстве.

Все же надо иметь в виду, что единство вселенной заключается в ее материальности. А вследствие материального единства вселенной существуют такие закономерности, содержание (основная «суть») которых остается неизменным при всех масштабах. Таким законом является, например, закон сохранения и превращения материя и энергии, который говорит, что материя и энергия не могут возникнуть «из ничего» и не могут исчезнуть бесследно и что материя и движение — это неразрывное единство, т. е. нет материи без движения, как нет движения без материи. Хотя форма этого закона (например, его математическая формулировка) менялась под влиянием развития физики, но его материалистическая суть, т. е. несотворимость и неразрушимость движения и материи полностью осталась. А этот закон необходимо ведет к представлению о вечности вселенной: из него следует, что мир в целом бесконечен во времени, т. е. не имел начала и не будет иметь конца, так что он никем и никогда не был «создан».

Мы, видим таким образом, что астрономия, физика и химия доставили нам огромное количество фактов, которое неопровержимо свидетельствует о материальном единстве вселенной. Они не оставляют сомнения в том, что во вселенной все закономерно, все естественно, все

вытекает из свойств самой материи, т. е. движущаяся материя — причина всех явлений природы. Творец мира, следовательно, не только совершенно излишен, ненужен, но и совершенно невозможен, так как в природе всё — решительно всё — материально, ничего нематериального, внемирового нет! Словом, из факта материального единства вселенной необходимо вытекает правильность строго материалистического мировоззрения, а значит отрицание всего «сверхестественного», «потустороннего».

3.1678

