

Когда Земля отбрасывает тень на Луну и для воображаемого лунного наблюдателя наступает длительное солнечное затмение, лунные горы быстро охлаждаются. Наоборот, когда кончается лунное затмение, температура быстро поднимается до первоначального уровня. Все это, как уже говорилось, доказывает, что лунные породы обладают очень низкой теплопроводностью. Однако в разных местностях Луны изменения температуры в ходе лунного затмения происходят по-разному. Это дает возможность выяснить, какова теплопроводность отдельных участков поверхности Луны.

Чешский астроном Ф. Линк заметил, что во время лунных затмений яркость поверхности затененной Луны иногда на 40% превышает ту, которая получается по теоретическим расчетам. Причина этого явления в люминесценции (холодном свечении) лунных пород, вызванном ультрафиолетовым и корпускулярным излучением Солнца. Интересно, что холодное свечение не у всех лунных объектов одинаково. Лунный Океан Бурь люминесцирует, например, в красных лучах, Море Кризисов — в зеленых, Море Спокойствия — в желтых. Окраска люминесценции зависит, очевидно, от характера и состава пород, слагающих лунные моря и другие лунные объекты.

Как ни эффектны лунные затмения при наблюдениях с Земли, то, что видно в это время с Луны, трудно поддается описанию. На черном, усыпанном звездами лунном небе вместо Солнца висит огромный темный земной шар с яркой голубоватой каймой атмосферы, из-за которой видны жемчужные луча солнечной короны. Кругом же мрачные лунные пейзажи, обгащенные кровавым отблеском земной тени.

НЕМНОГО О ПРИЛИВАХ

Дважды в сутки в земных морях и океанах наступают приливы и с той же регулярностью дважды в сутки они сменяются отливами. Причиной этих общезвестных явлений служит притяжение, которое испытывают все части нашей планеты со стороны Луны.

Разобраться, в чем тут дело, достаточно просто. Взгляните на рисунок 9. В левой его части схематически изображена Земля с покрывающей ее твердую поверхность водной оболочкой. Для простоты дальнейших рассуждений последняя изображена сплошной.

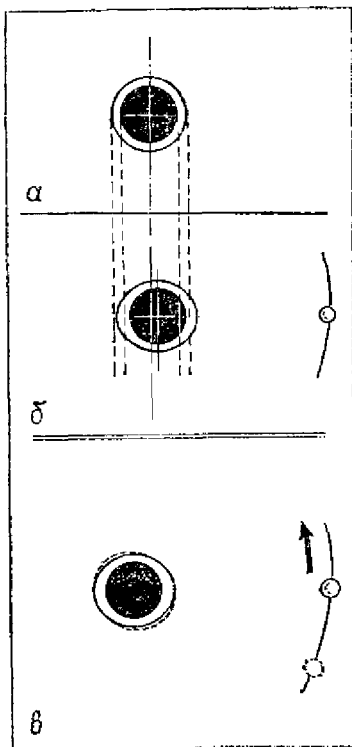


Рис. 9. Схема, поясняющая причину приливов:

а — форма водной оболочки Земли в случае, если бы Луна не существовала; б — образование приливной волны; в — смещение приливной волны при движении Луны.

смещение, испытанное «задней» частью водной оболочки, то на «тыловой» части Земли образуется второй приливной горб.

Ось приливных горбов всегда направлена к Луне. Но Земля вращается вокруг своей оси гораздо быстрее, чем Луна вокруг Земли. В результате жителям Земли кажется, что приливные горбы бегут в виде исполинских волн по поверхности Земли, порождая периодически повторяющиеся приливы.

Обратите внимание: водная оболочка Земли имеет сферическую форму. Так было бы (в первом приближении), если бы Луна вовсе не существовала.

Допустим теперь, что внезапно появилась Луна. Она притянет к себе как твердое тело Земли, так и различные части ее водной оболочки. Все эти части сместятся в направлении к Луне. Смещения будут зависеть от расстояния той или иной части Земли до центра Луны. Наибольшим ускорением и поэтому наибольшим смещением будет обладать часть водной оболочки, обращенная к Луне. Несколько меньшее смещение произойдет у твердого тела Земли, массу которого можно считать сосредоточенной в ее центре. Наконец, еще меньше сместится «задняя» часть водной оболочки.

В результате этих неодинаковых смещений водная оболочка вытянется в направлении к Луне.

Так как смещение твердого тела Земли больше, чем

Земля не абсолютно тверда. Она обладает некоторой податливостью, способностью к деформациям. Это относится не только к недрам земного шара, где вещество находится в пластическом состоянии, но и к твердой земной коре.

Под действием приливных сил Луны твердое тело Земли слегка деформируется. Оно чуть-чуть вытягивается в сторону Луны и по твердой земной поверхности медленно движется твердая приливная волна. Заметить эти твердые приливы нелегко — максимальная высота твердой приливной волны не превышает 30 см, тогда как высота морских приливов, зависящая от глубины дна, формы береговой линии и других причин, может иногда достигать 15 м и более.

Приливное воздействие других планет на Землю ничтожно мало, но зато Солнце вызывает и в гидросфере Земли и в ее твердом теле приливы, лишь в 2,2 раза уступающие по амплитуде лунным.

Ось солнечной приливной волны направлена к Солнцу, ось лунной приливной волны — к Луне. Угол между этими направлениями непрерывно меняется. Когда они совпадают (а это наступает в полнолуние и новолуние), Солнце и Луна действуют совместно и общая амплитуда лунно-солнечных приливов становится наибольшей. Наоборот, в первую и последнюю четверти Луна и Солнце действуют «вразнобой» и амплитуда приливов бывает наименьшей.

Солнечные приливы в твердом теле Земли невелики — максимальная высота твердой приливной волны, возбужденной Солнцем, не превышает 13 см. Но, действуя совместно с Луной, Солнце в полнолуние или новолуние может поднять нас на 43 см. Правда, твердые приливные волны весьма пологи и неудивительно, если большинство читателей этой книги и не подозревало, что дважды в сутки они «покачиваются» на твердых приливных волнах.

Казалось бы, приливы и отливы — чисто земное явление, и в книге, посвященной Луне, о них следует сказать мимоходом. Однако это не совсем так. В твердом теле Луны Земля возбуждает приливные волны, что неизбежно должно сказаться на эволюции системы Земля — Луна.

Есть некоторое сходство между твердым телом Земли, вращающимся как бы внутри ее водной оболочки, и колесом, сжимаемым с боков тормозными колодками. И в том и в

другом случаях происходит торможение вращающегося тела. Тормозится колесо, тормозится и Земля. Если тормоза действуют безотказно, обязательно наступит момент, когда колесо, перестав вращаться, остановится.

То же произойдет и с нашей Землей. Трение приливных волн о твердую поверхность земного шара постепенно замедляет его вращение. Пройдут «какие-нибудь» пятьдесят миллиардов лет, и Земля, как показывают расчеты, как бы остановится.

Не подумайте, что при этом наша планета перестанет вращаться вокруг своей оси. Нет, просто сутки сравняются с месяцем, точнее Земля будет постоянно обращена к Луне одной и той же стороной, и полный оборот вокруг своей оси она станет совершать за то же время, за которое Луна обернется вокруг Земли.

Спешим подчеркнуть, что в те времена месяц будет иметь иную продолжительность, чем в наши дни. Оказывается, с замедлением вращения Земли вокруг оси, т. е. с увеличением суток, Луна станет постепенно удаляться от Земли. В этом проявится один из основных законов природы — закон сохранения момента количества движения.

Для тех, кто не боится математических расчетов (а ведь астрономия — наука точная), мы можем несколько уточнить сказанное.

Моментом количества движения материальной точки массой m , обращающейся по круговой орбите вокруг центра O , называется произведение массы, скорости и радиуса траектории точки, т. е. mvr . Будем этот момент количества движения называть орбитальным моментом.

Нетрудно видеть, что орбитальный момент можно записать в иной форме, а именно:

$$mvr = mr^2\omega,$$

где ω — угловая скорость движения точки.

Произведение mr^2 называется моментом инерции и вращающейся точки.

Представим себе шар, вращающийся вокруг некоторой оси. Он также обладает некоторым «запасом движения», который выражается вращательным моментом количества движения. Методами высшей математики можно доказать, что этот момент равен

$$\frac{2}{5}MR^2\omega,$$

где M — масса шара; R — его радиус; ω — угловая скорость его вращения.

В системе Земля — Луна общий момент количества движения остается постоянным, но он складывается из вращательных моментов Земли и Луны и орбитального момента Луны.

Если Земля станет вращаться медленно, то ее вращательный момент уменьшится. Для того чтобы общий момент количества движения остался неизменным, должен увеличиться орбитальный момент Луны (так как ее вращение происходит с постоянной угловой скоростью). Но этот орбитальный момент увеличится тогда, когда возрастет расстояние от Земли до Луны.

Вот почему, когда сутки станут равными месяцу, Луна удалится от Земли и станет обращаться вокруг Земли с периодом в сорок семь теперешних суток.

На этом, однако, история системы Земля — Луна не окончится. Земля не будет постоянно «смотреть» в «лицо» Луне, подобно зачарованному кролику, следящему за удавом.

Когда сутки сравняются с месяцем, начнет медленно, но верно действовать фактор, который в настоящее время играет второстепенную роль. Это приливы, вызываемые Солнцем в водной оболочке Земли. Солнечные приливы почти вдвое меньше лунных. Сейчас они полностью как бы скрываются за действием лунных сил. Но тогда, в ту отдаленную эпоху, будет иначе. Солнечные приливы станут единственной силой, изменяющей скорость вращения Земли. Любопытно, что их действие в сочетании с лунными приливами приведет к ускорению вращения Земли.

Сутки, достигнув максимальной продолжительности, станут укорачиваться, и, как следствие, Луна начнет приближаться к Земле.

Можно подумать, что это катастрофическое приближение нашего спутника закончится его падением на Землю. Однако, по исследованиям французского астронома Роша, гибель Луны может произойти иначе.

Ныне приливные силы со стороны Луны не настолько велики, чтобы разорвать Землю. Они вызывают лишь упругие колебания в ее твердом теле.

Иначе сложится обстановка, когда Луна подойдет к Земле ближе чем на 2,4 радиуса Земли. В этом случае приливные силы, вызванные Землей в твердом теле Луны, ста-

нут так велики, что, как доказал Рош, наш спутник может быть разорван на части.

Осколки Луны, обращаясь вокруг Земли, будут сталкиваться друг с другом и при этом дробиться на все меньшие и меньшие куски, так что в конце концов погибшая Луна должна превратиться в огромный плоский рой мельчайших, несущихся вокруг Земли частиц, кольцом охватывающих нашу планету. Земля станет похожей на Сатурн!

Какими удивительными станут тогда ночи! Огромная светящаяся дуга перекинется через небосвод. Свет от лунного кольца во много раз превзойдет освещенные, создаваемое в наше время полной Луной.

Правда, все это случится не ранее чем через сотни миллиардов лет! Таковы астрономические сроки, в течение которых полностью завершится приливная эволюция системы Земля — Луна.

Нарисованная сейчас картина в действительности может, конечно, и не осуществиться. Сотни миллиардов лет — невообразимо огромный срок не только в жизни человечества и космических тел (в частности, Луны, Земли и Солнца), но даже в жизни Вселенной. Если верна теория пульсирующей Вселенной, то за сотни миллиардов лет Вселенная должна много раз пройти через состояние катастрофического, сверхплотного сжатия в комочек, несравнимо меньший, чем булавочная головка, с плотностью в 10^{93} г/см³. Кстати, такое состояние изучаемый нами мир, по-видимому, уже переживал 13 млрд. лет назад, когда не было ни звезд, ни планет, ни Земли. Впрочем, здесь мы вступаем в область чисто умозрительных гипотез, которые ни доказать, ни опровергнуть пока нечем.

Короче говоря, мы не знаем что будет со Вселенной через сотни миллиардов лет, а потому прогноз о превращении Земли в уменьшенное подобие Сатурна по меньшей мере сомнителен.

Другое дело — взгляд в прошлое. Если ныне вследствие приливной эволюции Луна удаляется от Земли, то, значит, в прошлом она была к ней ближе, чем теперь. Продолжая мысленное путешествие вспять по времени, мы в конце концов придем к выводу, что в те отдаленные времена, когда месяц продолжался около 5 теперешних часов, Луна отстояла от Земли на 150 000 км. Так может быть когда-то Луна и Земля составляли единое тело, а затем наша планета по каким-то причинам «отпочковала» Луну?

Задав этот вопрос, мы вступили в область сложных проблем, связанных с прохождением и эволюцией Луны. Здесь много спорного, нерешенного и строгие расчеты порой соседствуют с фантастикой.

ОТКУДА Взялась ЛУНА?

Джордж Дарвин, сын великого создателя теории эволюции биосферы, в прошлом веке высказал гипотезу, долгое время казавшуюся весьма правдоподобной. По мнению Дарвина, Земля в отдаленном прошлом была массивнее теперешней и, находясь в огненно-жидком состоянии, быстро вращалась вокруг своей оси. Она при этом под действием центробежных сил была сильно сплюснута у полюсов. Солнце возбуждало в первичной Земле приливные волны. При некоторых условиях, как считал Дарвин, частота солнечных приливов могла совпасть с частотой собственных колебаний жидкой Земли. Тогда наступил резонанс, вызвавший отделение одного из приливных горбов, позже превратившегося в современную Луну.

Хотя рассуждения Дарвина были чисто качественными, не подтвержденными строгими расчетами, его гипотеза подкупала своей простотой и внешней убедительностью. Некоторые из восторженных поклонников Дарвина указывали даже на впадину Тихого океана, как тот «шрам» в теле Земли, который остался после рождения ее спутника.

В последнее время (с 1963 г.) некоторые зарубежные ученые (Уайз, О'Киф, Робертс и др.) попытались подвести под гипотезу Дарвина современное математическое обоснование. Сплюснутый шар (сфероид) — далеко не единственная фигура равновесия вращающегося жидкого тела. Как показали исследования Якоби и Пуанкаре, такими «равновесными» формами могут быть и трехосный эллипсоид и даже грушевидное тело, называемое а п и о и д о м. Первоначально огненно-жидкая Земля постепенно охлаждалась и сжималась, и поэтому скорость ее осевого вращения непрерывно возрастала. Значит, Земля из шара превратилась в сфероид, а затем в трехосный эллипсоид и апсоид. Для нарушения устойчивости последнего достаточно небольшие внешние воздействия, например со стороны Солнца. Вероятно, они и были причиной, по которой перемишка неустойчивого грушевидного апсоида порвалась и первичная Земля разделилась на два тела неравной массы. Заме-