

# МЕРКУРИЙ

Масса	1/20 массы Земли
Радиус	2/5 радиуса Земли
Расстояние до Солнца	минимальное 0,3 а.е. максимальное 0,47 а.е. (1 а.е. = 150 млн км)

Путешествие по планетам Солнечной системы начнём с самой близкой к Солнцу планеты – Меркурия. Расстояние от него до Солнца в 2,5 раза меньше, чем от Земли. Из-за этого изучать его довольно сложно: для земного наблюдателя Меркурий никогда не отходит далеко от Солнца, и увидеть его можно только на заре – перед самым восходом или сразу после захода Солнца. А отправить к нему космический аппарат оказывается ничуть не легче, чем к Юпитеру, только по обратной причине: хоть Меркурий и несётся по своей орбите со скоростью 47 км/с – в полтора раза быстрее Земли, – всё равно посланный с Земли корабль так разогнался бы под действием солнечного притяжения, подлетев к нему, что проскочил бы мимо, не успев ничего сфотографировать. Приходится лететь сначала к Венере, делать возле неё гравитационный манёвр<sup>1</sup> – но не чтобы разогнаться, а наоборот, чтобы затормозиться – и только потом уж лететь к Меркурию. До сих пор это проделали только две межпланетные станции: «Маринер-10» лет сорок назад и – совсем недавно – «Мессенджер».

Меркурий не только самая близкая к Солнцу (и потому – ещё и самая быстрая) планета, но и самая маленькая. По размеру он уступает даже крупным спутникам планет-гигантов – Ганимеду (спутнику Юпитера) и Титану (спутнику Сатурна). Однако по массе он их всё-таки обогнал. Это значит, что у Меркурия намного больше плотность; и действительно, 1 л его вещества весит в среднем около 5,4 кг, почти как у Земли (5,5 кг). Но Земля-то большая, внешние её слои сильно давят на внутренние, и вещество в её недрах сильно сжато. Маленькой планете трудно

<sup>1</sup> Про гравитационные манёвры см. статью: В. Сирота, «Приглашение к путешествию», «Квантик» № 10 и № 11 за 2016 год.

было так сильно сжаться; похоже, что у Меркурия очень большое – на  $\frac{3}{4}$  радиуса – железное ядро. (Для сравнения – у Земли ядро доходит только до половины радиуса. Поэтому у Меркурия ядро занимает почти половину всего объёма, а у Земли –  $\frac{1}{8}$ .) Доля железа и других тяжёлых элементов на Меркурии – самая большая среди всех планет Солнечной системы.

Думаете, раз Меркурий близко к Солнцу, то на нём очень жарко? Это правда, да только отчасти. Действительно, днём там страшная жара: максимальная температура поверхности  $430^{\circ}\text{C}$ , при такой температуре расплавятся олово, свинец и цинк. Зато ночью очень холодно: минус  $200^{\circ}\text{C}$ ! Это всё вблизи экватора. На полюсах – всегда холодно, около  $-90^{\circ}\text{C}$ .

Почему так? Ответ – в решении задачи из «Квантика» № 10 за 2016 г. Меркурий делает один оборот вокруг Солнца за 88 земных суток, а один оборот вокруг оси – меркурианские звёздные сутки – длится около 58 суток, ровно  $\frac{2}{3}$  года.

Внимание! Представьте себе, что вы стоите на экваторе Меркурия (рис. 1; вы – красная точка) и видите восходящее Солнце, а рядом с ним – какую-нибудь звезду; небо на Меркурии чёрное даже днём, потому что атмосферы почти нет, так что звёзды прекрасно видно. Проследим, что вы увидите по мере движения Меркурия по орбите. Через  $\frac{1}{4}$  звёздных суток, то есть  $\frac{1}{6}$  местного года, звезда окажется в зените, ровно над головой. А Солнце отстаёт, оно ещё только поднимается. Вот проходит треть года – звезда садится на западе, а Солнце всё ещё продолжает подниматься... Только через полгода Солнце, наконец, достигает зенита, наступает полдень. Через  $\frac{2}{3}$  года от начала наблюдения звезда снова восходит – прошли звёздные сутки. Но Солнце ещё и не собирается садиться! Зайдёт оно только ещё через полгода, зато целый год после этого его не будет видно. И только через два меркурианских года мы, наконец, снова встретим восход Солнца, а рядом с ним звезду – всё как было. Так что если отсчитывать сутки по Солнцу, а не по звёздам (это называется солнечные сутки) – получится, что они длятся 2 года!



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

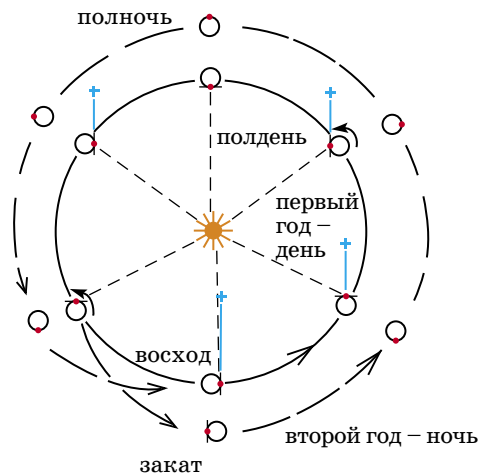


Рис.1. Дни и ночи на Меркурии. Ось вращения планеты направлена на нас. Красная точка – наблюдатель на экваторе, чёрточкой обозначена его линия горизонта. Синие линии показывают направление на далёкую звезду.

Итак, от восхода до заката Солнца проходит целый меркурианский год, 3 земных месяца. И столько же длится ночь. Неудивительно, что всё успевает днём как следует нагреться, а ночью – изрядно остыть... Кстати, долгое время люди думали, что звёздные сутки на Меркурии делятся не  $\frac{2}{3}$  года, а ровно год: тогда Меркурий, как Луна на Землю, «смотрел» бы на Солнце всё время одним и тем же полушарием. На половине планеты был бы вечный день, на половине – вечная ночь. Почему так думали? Потому что каждый раз, когда Меркурий нам особенно хорошо виден – а это происходит примерно каждые 348 земных суток, или примерно 4 меркурианских года, – он поворачивается к Земле (и к Солнцу соответственно тоже) одной и той же стороной. Только с применением радиолокаторов для исследования Меркурия лет 50 назад этот его «обман» раскрылся.

Случайно ли такое совпадение? Вряд ли. Ведь раньше Меркурий, как и Луна, вращался вокруг оси быстрее. Это Солнце затормозило его вращение (как Земля – вращение Луны) приливными силами; как это делается, мы подробно разберёмся в другой раз, а пока заметим, что, хоть Солнце и не совсем остановило – не «синхронизировало» – свой ближайший спутник, зато получился резонанс сразу и с Солнцем – отношение периодов 2:3, – и с Землёй. Похоже, это мы



помешали Солнцу совсем остановить Меркурий. Так и танцует он свой сложный космический танец, успевая в такт поворачиваться «лицом» то к Солнцу, то к Земле, а то ещё и к Венере...

Это ещё не всё. У Меркурия очень вытянутая (для планеты) орбита – самая вытянутая из орбит всех планет Солнечной системы: в дальней точке Меркурий в полтора раза дальше от Солнца, чем в ближней (рис. 2).

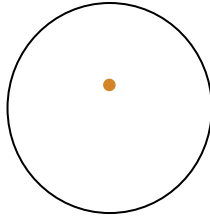


Рис. 2. Орбита Меркурия, Солнце увеличено для наглядности.

Из-за резонанса получается, что в ближайшей точке орбиты (она называется *перигелий*, по-гречески – ближний к Солнцу) Меркурий поворачивается к Солнцу всегда одной и той же стороной, а точнее – двумя меридианами на противоположных сторонах планеты, по очереди. Эти меридианы называются «горячие долготы», в них – самая жаркая погода на всём Меркурии.

Но и на этом чудеса с орбитальным движением Меркурия ещё не кончаются. Дело в том, что когда он ближе к Солнцу, он и летит по своей орбите быстрее, а когда дальше от Солнца – то медленнее. А вокруг оси он крутится равномерно; из-за этого вблизи перигелия угловая скорость его движения по орбите ненадолго оказывается больше, чем скорость вращения. И если в остальное время быстрый бег Меркурия по орбите только тормозит видимое движение Солнца с востока на запад, то тут он его совсем останавливает, и Солнце в это время движется по небу в обратную сторону, с запада на восток (рис. 3)! Это явление – из всех планет Солнечной системы оно есть только на Меркурии – называется «эффект Иисуса Навина», в честь библейского персонажа, который как-то попросил бога остановить солнце на небе – и тот остановил на несколько часов. Не знаю, как это ухитрился сделать Иисус Навин (или даже бог – против собственных законов





идти сложно...), а вот на Меркурии это происходит, можно сказать, каждый день! Особенно интересно это выглядит в тех местах, где во время прохождения перигелия Солнце близко к горизонту: оно было взойдёт, потом передумает, сядет обратно – и взойдёт ещё раз. Дальше начинается длинный (годовой!) меркурианский день, в конце которого Солнце, уже сев за горизонт, опять передумывает и выходит обратно по светить ещё немножко...

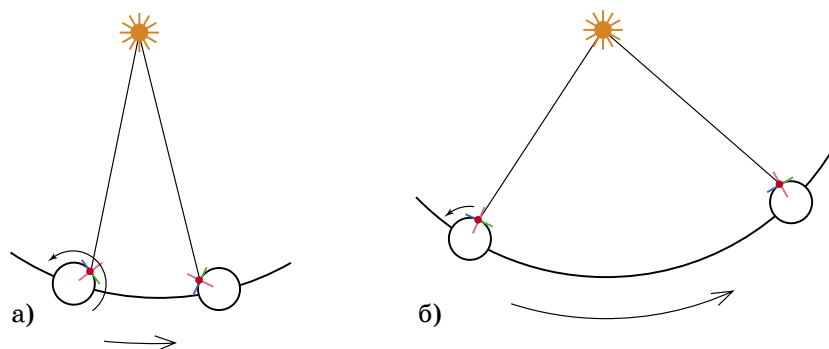


Рис.3. Вид со стороны северного полюса планеты. Красная точка – наблюдатель, синяя линия – направление на восток, зелёная – на запад. На всех «нормальных» планетах (например, на Земле) Солнце движется с востока на запад (а); Меркурий вблизи перигелия движется по орбите быстрее, чем поворачивается вокруг оси, и Солнце сместилось с запада на восток (б).

На поверхность Меркурия ещё не ступала нога ни человека, ни даже спускаемого аппарата. Но мы уже знаем, что поверхность эта очень похожа на лунную:



Рис. 4. Типичный рельеф Меркурия (фото с сайта astro-azbuka.ru).

множество кратеров, образовавшихся от ударов метеоритов, гладкие долины, покрытые застывшей лавой, цепочки гор – возможно, бывшие вулканы, давно потухшие: маленькая планетка довольно быстро остывала, и не прошло и миллиарда лет, как лава уже не могла пробиться снизу через толстую застывшую кору. Но есть на Меркурии такая деталь рельефа, какой больше нигде в Солнечной системе не встретишь. Это эскарпы – очень длинные и высокие зубчатые обрывы, высотой несколько километров – как самые высокие скальные обрывы на Земле – и длиной несколько сотен километров (!). Они образовались в ту эпоху, когда только что «слеplенный» Меркурий быстро остывал – кора остыла первой и затвердела, а внутренние, ещё горячие области продолжали остывать и сжиматься. С маленькими речками и большими лужами на Земле бывает так: в начале зимы верхний слой воды замёрз, а уровень воды упал (оттого, что приток воды резко уменьшился – замёрзли маленькие впадающие в речку ручьи) – и получается, что подо льдом пустота, ничто его снизу не держит. И под небольшой нагрузкой этот верхний слой льда проваливается. Так вышло и на Меркурии (только причина появления «пустоты» была другая), кора под собственной тяжестью стала трескаться и проседать, «догоняя» сжавшееся ядро. Вот эти трещины и сохранились до наших дней.



Рис. 5. Кратеры и эскарпы Меркурия. На левой фотографии видна область, залитая лавой (фото с сайта galaxy-science.ru).

Вот он какой, Меркурий. И маленький, и не очень пока изученный – а сколько в нём удивительного!

