

## СПРАВОЧНИК

### «Определение плотности планет земной группы»

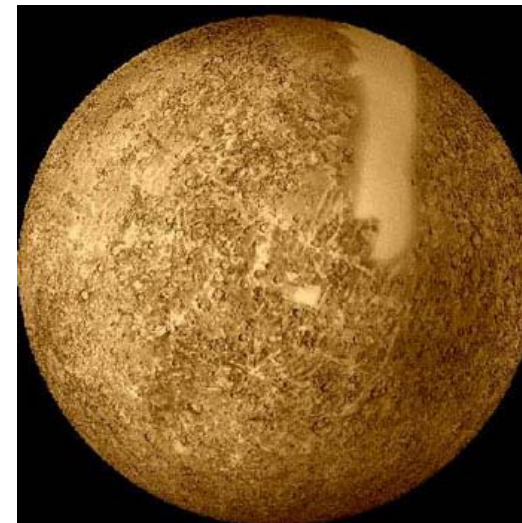
ученика 7 «Б» класса

средней школы № 167

Тепикина Виктора

### Меркурий.

Меркурий – первая планета от Солнца и самая маленькая из земной группы. Ее диаметр составляет всего 4879,4 км, но зато она быстрее всех летит по своей



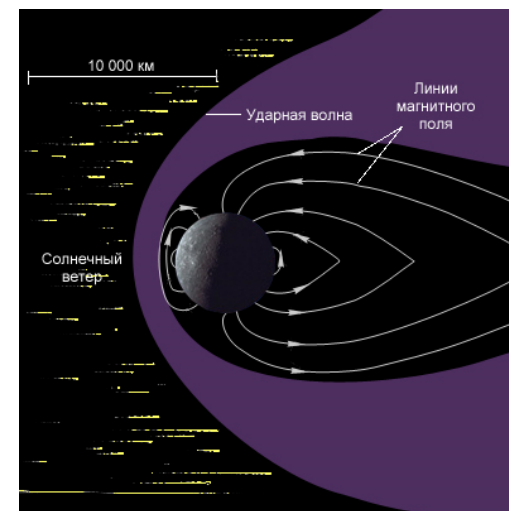
орбите 47,87 км/с на расстоянии 57,9 млн км от Солнца, расстояние до Земли колеблется от 82 до 217 млн. км. Масса Меркурия  $3,303 \cdot 10^{23}$  кг - это в 20 раз меньше, чем у Земли, а плотность почти такая же  $5,43 \text{ г/см}^3$ .

Из-за приливного воздействия Солнца Меркурий попал в резонансную ловушку. Измеренный в 1965 году период его обращения вокруг Солнца (88 земных суток) относится к периоду вращения вокруг оси (58,65 земных суток) как 3/2. Три полных оборота вокруг оси Меркурий завершает за 176 суток. За тот же

срок планета совершает два оборота вокруг Солнца. Таким образом, Меркурий занимает относительно Солнца то же самое положение на орбите, и ориентировка планеты остаётся прежней. Его орбита сильно вытянута по сравнению с орбитами других внутренних планет (эксцентриситет  $e = 0,206$ ). Наклонение орбиты к эклиптике  $i = 7^\circ$  – одно из самых больших в Солнечной системе. Ось Меркурия почти перпендикулярна к плоскости его орбиты, Кроме того, орбита вся целиком медленно вращается (прецессирует) - за столетие меркурианский перигелий смещается всего на 5600 угловых секунд, но значения афелия и перигелия не изменяются.

Поверхность Меркурия покрыта кратерами ударного происхождения, самый большой из них – Равнина Жары. На Меркурии гигантские суточные перепады температур: от  $-170^\circ\text{C}$  ночью до  $+400^\circ\text{C}$  днем. Сильно разряженная атмосфера и наличие магнитного поля, которое в 100 раз слабее земного, позволяют исследовать явления обтекания магнитосферы солнечным ветром. Атмосфера

Меркурия непрерывно утекает в межпланетное пространство. В то же время вместе с плазмой солнечного ветра в атмосферу Меркурия попадает гелий, который находится в атмосфере около 200 дней, главным образом на ночной стороне планеты, затем покидает ее.



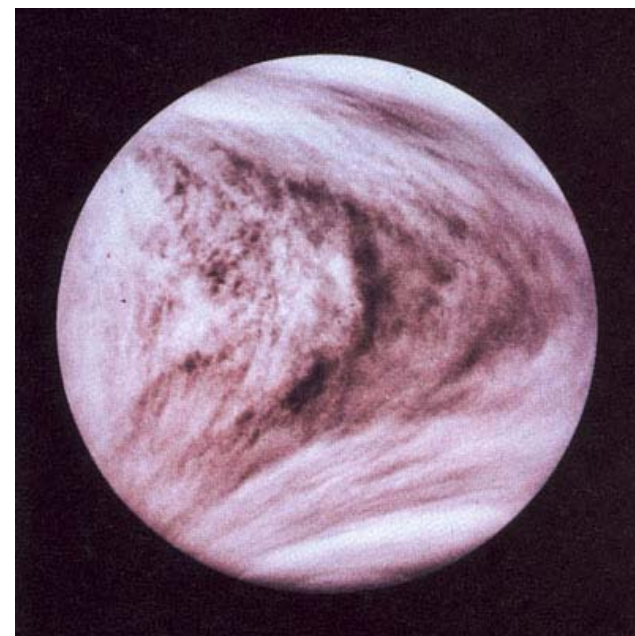
Есть гипотеза, что Меркурий – потерянный спутник Венеры. Это объяснило бы причину медленного вращения Венеры, и к тому же по часовой стрелке, в отличие от других планет, а также большой эксцентриситет орбиты Меркурия и резонансный характер движения Меркурия вокруг Солнца. Убегание Меркурия могло произойти за 500 миллионов лет и сопровождалось огромным выделением энергии, которое разогревало и Венеру, и ее спутник. Эта гипотеза помогает объяснить и

наличие магнитного поля у Меркурия, и химический состав его ядра, масса которого составляет 80% от массы всей планеты.

Близость к Солнцу мешает производить наблюдения Меркурия. На небосклоне он не отходит далеко от Солнца – максимум на  $29^\circ$ . Виден он либо перед восходом Солнца (утренняя видимость), либо после захода (вечерняя видимость) и только вблизи элонгаций (максимальных угловых удалений от Солнца). Но даже в эти периоды увидеть его можно не всегда из-за значительного наклона его орбиты к эклиптике.

## **Венера.**

Венера – вторая планета от Солнца и самая горячая планета Солнечной системы. Ее орбита практически круговая, эксцентриситет орбиты равен 0,0068 – самый маленький в Солнечной системе. Венера самая близкая к Земле планета – расстояние до нее меняется от 40 до 259 миллионов километров.



Расстояние от Венеры до Солнца 108 млн км. Средняя скорость движения по орбите – 35 км/с. Сутки на Венере из-за медленного вращения вокруг оси делятся дольше венерианского года. Период обращения

по орбите – 224,7 земных суток, а период вращения вокруг оси – 243,02 земных суток. При этом Венера вращается в сторону, противоположную своему движению по орбите (если смотреть с северного полюса Венеры, планета вращается по часовой стрелке, а не против неё, как Земля и остальные планеты, исключая Уран; наклон экватора к орбите:  $177^{\circ}18'$ ). Это приводит к тому, что сутки на Венере продолжаются 116,8 земных суток (половину венерианского года). Таким образом, день и ночь на Венере делятся по 58,4 земных суток. Магнитное поле отсутствует.

Венера близка по размерам к Земле, ее масса – 82% земной ( $4,87 \cdot 10^{24}$  кг). У планеты нет спутников, поэтому масса Венеры была уточнена по пролётам мимо планеты американских космических аппаратов «Маринер-2», «Маринер-5» и «Маринер-10». Плотность Венеры равна  $5,24$  г/см<sup>3</sup>. Радиус Венеры – 95% радиуса Земли (6052 км) – был измерен в 1960-х годах методами радиолокации: поверхность планеты

постоянно закрыта плотными облаками. Венера имеет практически сферическую форму.

На Венере воды крайне мало – легкий водород был быстро потерян этой планетой, хотя условия формирования Венеры и Земли были достаточно сходными. Венерианская атмосфера была открыта Михаилом Ломоносовым в 1761 г во время наблюдения прохождения Венеры по диску Солнца. Предполагалось, что из-за плотных облаков на поверхности Венеры всегда темно. Однако «Венера-8» показала, что освещенность дневной стороны Венеры примерно такая же, как на Земле в пасмурный день. Небо на Венере имеет яркий желто-зеленый оттенок. Температура атмосферы Венеры около  $480^{\circ}\text{C}$ . Высокая температура Венеры, вызвавшая интенсивное испарение и потерю воды из атмосферы, поддерживается благодаря толстой газовой оболочке с



давлением около 90 земных атмосфер у поверхности, состоящей в основном из углекислого газа. Есть теория, что высокое содержание CO<sub>2</sub>, является продуктом бурной вулканической деятельности. «Венера-15» и «Венера-16» с помощью радаров нашли на Венере горные вершины, имеющих явные следы потоков лавы. В настоящее время зарегистрированы около 150 вулканических объектов, размеры которых превышают 100 км; общее число вулканов на планете оценивают в 1600.

Венеру легко распознать, так как по блеску она намного превосходят самые яркие из звезд. Отличительным признаком планеты является её ровный белый цвет. Венера так же, как и Меркурий, не отходит на небе на большое расстояние от Солнца. В моменты элонгаций Венера может удалиться от нашей звезды максимум на 48°. Как и у Меркурия, у Венеры есть периоды утренней и вечерней видимости

## Земля.

Земля – третья планета от Солнца. Двигается вокруг Солнца по близкой к круговой орбите (эксцентриситет 0,017), радиус которой – 149,6 млн. км – принят за 1 астрономическую единицу. Период обращения по орбите составляет 365,256 земных суток или 1 год. Средняя скорость движения по орбите – 29,8 км/с.

Период вращения вокруг оси – звездные сутки – 23h 56m 4,099s. Наклон земного экватора к орбите составляет 23°27' и обеспечивает смену времен года.



Масса Земли равна  $5,974 \cdot 10^{24}$  кг, средняя плотность  $5,515 \text{ г/см}^3$ . Экваториальный радиус планеты составляет 6 378 км. Земля имеет грушевидную форму, называемую геоидом. Сжатие составляет 0,0034 (полярный радиус равен  $R_{\oplus} = 6\,356 \text{ км}$ ). Сплюснутость Земли с полюсов объясняется вращением.

На Земле атмосфера содержит около 0,1% углекислого газа, поэтому парниковый эффект гораздо слабее, чем на Венере, и повысил температуру на поверхности Земли в среднем на  $30^{\circ}\text{C}$ , что сделало возможным существование водной оболочки. Земля оказалась единственной планетой, где имеется достаточно большое количество жидкой воды на поверхности (2/3 поверхности занимает Мировой океан) и высокое содержание кислорода в атмосфере, а также сильное магнитное поле (на полюсах  $0,63 \text{ Э}$ , на экваторе –  $0,31 \text{ Э}$ ). Именно эти условия сделали возможным развитие и поддержание высокоорганизованной жизни. В значительной степени вода на Земле имеет космическое

происхождение, попав на нее при падении многочисленных ледяных тел из внешних областей солнечной системы при формировании планеты. При этом температура на Земле не настолько велика, чтобы



вода испарилась и улетучилась в космическое пространство, и не настолько низка, чтобы существовать только в виде льдов. Температура на поверхности находится в пределах от  $-85^{\circ}\text{C}$  (внутренние районы Антарктиды) до  $+70^{\circ}\text{C}$  (Западная Сахара). Средняя температура поверхности Земли –  $+12^{\circ}\text{C}$ . На Земле горы, действующие вулканы (около 800), равнины, пустыни, полярные льды.

У Земли есть один спутник – Луна. Есть версия, что 4,5 млрд лет назад в результате столкновения с прото-Землей другой протопланеты размером с Марс часть веществ обеих планет выбросилась на орбиту Земли. Позднее из этих обломков сформировалась Луна. Под влиянием земных приливов Луна постепенно удаляется от Земли, в тоже время Земля постепенно замедляет свое вращение, и сутки становятся длиннее.

## Марс.

Марс – четвертая планета от Солнца. Марс обращается вокруг Солнца по орбите радиусом 1,524 а. е. ( $\approx 227,9$  млн км) за 687 земных суток. Эксцентриситет 0,093 сравнительно высок, поэтому орбита Марса вытянута. Расстояние до Солнца



меняется в течение года на 21 миллион километров, а энергия, которую получает Марс, изменяется в 1,45 раза. Наклонение орбиты к эклиптике –  $1^{\circ}51'$ , а средняя скорость движения составляет 24,1 км/с. Расстояния от Земли меняется от 56 до 400 миллионов км. Расстояния между Землей и Марсом в моменты

противостояний изменяются от 55 до 102 миллионов км, при этом все противостояния, когда расстояние между двумя планетами меньше 60 млн. км, называются великими противостояниями, они повторяются каждые 15–17 лет. Марс на небе виден лучше всего в периоды противостояний.

Период вращения вокруг оси – звездные сутки – равен 24,62 часа – всего на 41 минуту больше периода вращения Земли, а год длится почти вдвое дольше – 687 суток.. Наклон экватора к орбите:  $25^{\circ}12'$  (у Земли – около  $23^{\circ}$ ). Это значит, что смена дня и ночи и смена времён года на Марсе протекает почти так же, как на Земле. Есть там и климатические пояса, подобные земным. Но есть и отличия. Прежде всего, из-за удалённости от Солнца климат, вообще, суровее земного. Далее, год Марса почти вдвое длиннее земного, а значит, дольше длятся и сезоны. Наконец, из-за эксцентриситета орбиты длительность и характер сезонов заметно отличаются в северном и южном полушариях планеты. Таким образом, в северном полушарии лето долгое, но прохладное, а

зима короткая и мягкая, тогда как в южном полушарии лето короткое, но тёплое, а зима долгая и суровая.

Масса планеты составляет 10% массы Земли ( $6,4 \cdot 10^{23}$  кг), плотность равна  $3,94$  г/см<sup>3</sup>, а радиус в два раза меньше, чем у Земли, – 3 397 км.

На Марсе атмосфера сильно разрежена, и давление и температура на поверхности близки к тройной точке, где исчезает различие между жидкостью, льдом и паром. На дне некоторых глубоких кратеров лед виден непосредственно, действующих вулканов сейчас на Марсе нет. Большие запасы воды сохраняются в северной полярной шапке и в марсианском грунте, в форме вечной мерзлоты. Южная полярная шапка состоит в основном из замерзшего углекислого газа. В летние периоды лед шапок частично испаряется в атмосферу, чтобы зимой обратно сконденсироваться у полюсов. Поэтому изменение давления атмосферы Марса на высоких широтах имеет сезонный характер. Средняя температура у поверхности  $-58^{\circ}\text{C}$ . На поверхности



постоянно бушуют колоссальные песчаные бури, поднимающие гигантские тучи в атмосферу.

### Спутники Марса

Фобос и Деймос намного меньше

Луны. Есть две теории

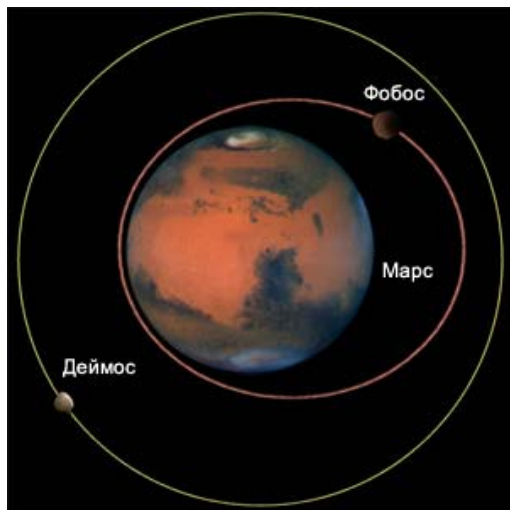
возникновения этих

спутников. Фобос и

Деймос – бывшие

астероиды, чьи орбиты

были так искажены



гравитационным полем Юпитера, что стали проходить

вблизи Марса и были им захвачены. По второй теории,

из-за правильности орбит спутников, считается, что

это распавшийся на две части первоначальный

спутник Марса. Приливное воздействие Марса

постепенно замедляет движение Фобоса, снижая его

орбиту, что приведет к его падению на Марс или его

разорвет приливными силами Марса. Деймос

наоборот удаляется от Марса.