

№ 6 | июнь 2017

Издаётся Московским центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

Ж У Р Н А Л К В А Н Т И К

Д Л Я Л Ю Б О З Н А Т Е Л Ь Н Ы Х



№ 6 | У З Е Р К А Л А

И Ю Н Ь
2017

ЛЕТАЮЩИЕ
СТАКАНЧИКИ

МОЛОЧНЫЙ ПАКЕТ,
ИЛИ ПИРАМИДКА
ИЗ ПРЯМОУГОЛЬНИКА

Enter



ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ	
Юпитер. Окончание. <i>В. Сирота</i>	2
У зеркала. <i>М. Молчанова</i>	9
Саша Прошкин и снежные бараны. <i>И. Кобиляков</i>	23
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КРУЖОК	
Поворот квадрата. <i>Е. Бакаев</i>	6
КАК ЭТО УСТРОЕНО	
Молочный пакет, или Пирамидка из прямоугольника. <i>В. Кириченко, Е. Смирнов</i>	14
СВОИМИ РУКАМИ	
Летающие стаканчики Брюса Йини. <i>А. Андреев, А. Панов, П. Панов</i>	16
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СКАЗКИ	
Как Бусенька посетила тараканьи бега. <i>К. Кохась</i>	18
ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ	
Воздушный шарик. <i>В. Сирота</i>	26
Мох на деревьях. <i>А. Бердников</i>	IV с. обложки
ОЛИМПИАДЫ	
LXXXIII Санкт-Петербургская олимпиада по математике	27
Наш конкурс	32
ОТВЕТЫ	
Ответы, указания, решения	28



ГАЛИЛЕЕВЫ СПУТНИКИ

У Юпитера (радиус планеты 70 тыс. км, период вращения вокруг оси 10 часов) известно 67 спутников, ближайший из них – Метида (радиус орбиты 128 тысяч км, период обращения вокруг Юпитера 7 часов), самый дальний – Мегаклите (радиус орбиты 24,5 миллиона км, период обращения 800 земных дней).

У Юпитера, как и положено главному богу (и самой большой планете), огромная свита – известно уже почти 70 спутников, и продолжают открывать всё новые. Но больших среди них всего четверо – все остальные имеют неправильную форму, и только трое из этих остальных больше 100 км в длину (причём из этих троих два сделаны не из камня, а из льда!). А бóльшая часть (штук 50) – и вовсе какие-то булыжники размером от 1 до 5 км. Они к тому же ещё и вращаются вокруг Юпитера «не в ту сторону» (по часовой стрелке, а не против, как почти всё в Солнечной системе). Астрономы подозревают, что это – заблудшие овечки, не всегда они были спутниками, а прихватил их Юпитер откуда-нибудь из пояса астероидов...

Галилеевы спутники Юпитера в сравнении с Луной

Имя	Масса, в массах Луны	Диаметр, в диаметрах Луны	Диаметр, в км	Радиус орбиты в сравнении с лунной	Период обращения вокруг Юпитера, земные сутки
Ио	1,2	1,05	3600	1,1	1,8 = 42 часа
Европа	0,65	0,9	3100	1,75	3,6
Ганимед	2	1,50	5300	2,8 = 1млн км	7,2
Каллисто	1,5	1,40	4800	4,9	16,7

Задача. Ио находится от Юпитера на таком же расстоянии, как Луна от Земли. Почему же она делает один оборот всего за 42 часа, а не за месяц, как Луна?

Четыре больших спутника называются *галилеевыми*. Третий из них – Ганимед – самый большой спутник в Солнечной системе, он больше Меркурия! Хотя по массе он Меркурию в 2 раза проигрывает: как и почти во всех далёких от Солнца спутниках, у Ганимеда внутри много льда, и из-за этого плотность у него маленькая – лёд ведь гораздо легче камня. Так же обстоит дело и с Каллисто, которая занимает третье место

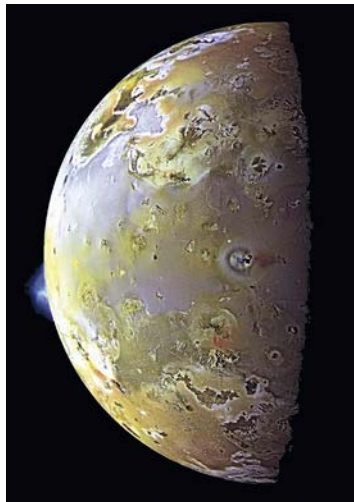


по размеру среди всех спутников; по диаметру она ровно с Меркурий, а по массе – в 3 раза меньше него. У них обоих обнаружена тоненькая атмосфера: у Ганимеда – из кислорода, у Каллисто – из углекислого газа. Вода, кислород... может, там кто-нибудь живёт?

Вращение всех четырёх спутников вокруг оси остановлено приливной силой Юпитера так же, как вращение Луны – Землём: они повернуты к Юпитеру всегда одной и той же стороной. Но это ещё не всё: у первых троих из них периоды обращения вокруг Юпитера тоже синхронизированы! Пока Ганимед делает один оборот вокруг планеты, Европа делает ровно два, а Ио – ровно четыре! Этот сложный космический танец поддерживает их орбиты чуть-чуть вытянутыми: каждую планету остальные дружно «подталкивают» всегда в одном и том же месте, мешая Юпитеру своей приливной силой превратить все орбиты в идеальные круги.

Но и это ещё не всё. Хотя они и смотрят всегда на Юпитер не отрываясь, ему всё мало: из-за вытянутости орбиты приливная сила в ближней к нему точке стремится ещё сильнее вытянуть спутники вдоль направленной к Юпитеру оси, а в дальней точке – «сплюснуть» их обратно. (Помните воображаемый океан на Луне? Чем ближе спутник к планете, тем выше прилив – форма «океана» в ближней и дальней точках разная. И разница не в метр-два, а целых 100 м!) Так что приливная сила всё время «теребит» спутники, сжимает-растягивает... и этим нагревает их!

Особенно это заметно по Ио. На ней 400 действующих вулканов! Да каких – на Земле таких не увидишь: из одних вытекают языки лавы по 300 км длиной, из других прямо в космос бьют газовые фонтаны высотой 300 км. Из-за соединений серы вся поверхность спутника раскрашена жёлтым, красным, а то и зелёным. Облако вулканических газов тянется вдоль всей орбиты Ио.



Извержение вулкана на Ио; цвета – настоящие

