



АРХИМЕД

Вы можете спросить: кто из древних учёных был самым гениальным? Трудно сказать – все они были гении. Но самым разносторонним из них был точно Архимед. Архимеда одинаково интересовали и математика, и физика, и астрономия. А ещё он был выдающимся инженером. Родился Архимед в городе Сиракузы на острове Сицилия – на карте этот остров напоминает «мяч», по которому носком ударил «сапог» Италии. Его отец Фидий был астрономом и, конечно, привил Архимеду любовь к математике и астрономии. Впрочем, настоящей наукой Архимед стал заниматься лишь в возрасте 40 лет. Лучше поздно, чем никогда – говорит известная всем поговорка. За оставшиеся 35 лет жизни Архимед сделал больше, чем все его современники, вместе взятые!

С юности Архимеда интересовали всевозможные механизмы, и некоторые свои изобретения он сделал в мо-

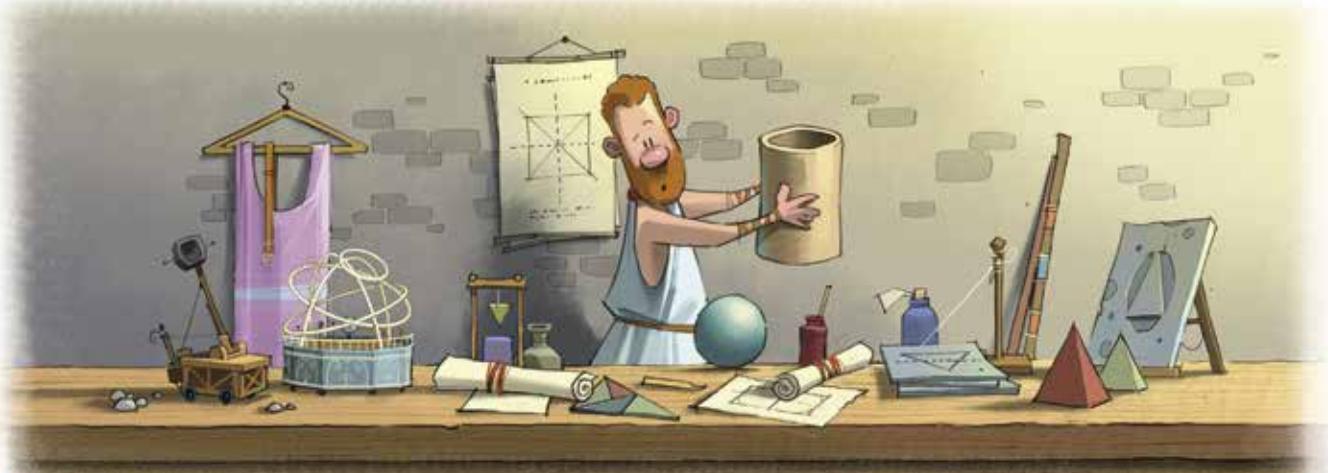


Профиль Архимеда на медали Филдса – самой престижной награде в области математики

лодости. Но известно, что примерно в 40 лет Архимед отправился в Александрию и познакомился там с Эратосфеном, астрономом Кононом и другими учёными мужами. Александрия тогда была главным научным центром античного мира. Незадолго до рождения Архимеда там работал Евклид, написавший «Начала» – знаменитую кни-

гу, по которой весь мир потом изучал геометрию две тысячи лет. Эратосфен в Александрии вычислил размер земного шара, а Аристарх Самосский – расстояние до Луны и Солнца.

А ещё там была величайшая в мире библиотека (в какой-то момент в ней хранилось примерно полмиллиона книг!). Эту библиотеку, как и саму Александрию, основал царь Птолемей – один из военачальников Александра Македонского. Из всех царей того времени он был самым умным, ценил литературу и науку, собирал книги со всего света и приглашал в Александрию известных учёных.



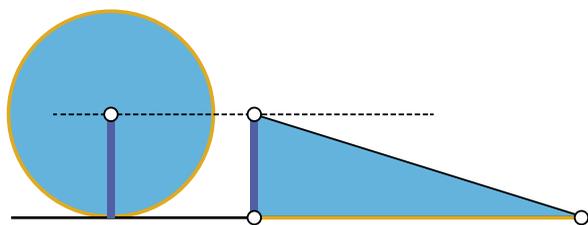
Каждая книга представляла собой свиток – свёрнутую в трубку рукопись на длинной полосе папируса.

Рассказывают, что однажды Птолемей решил изучить геометрию. Он позвал Евклида и попросил указать ему самый лёгкий для этого способ. Евклид ответил так: «В геометрии нет царской дороги!». С тех пор это высказывание стало афоризмом.

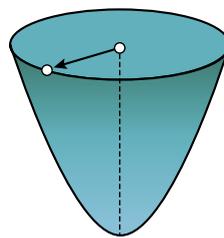
Проведя несколько лет в Александрии, Архимед вернулся в Сиракузы и стал писать в Александрию научные письма. Приходили они на имя одного из учеников Конона – Досифея, и каждое начиналось так: «Архимед приветствует Досифея». В этих письмах Архимед сообщал удивительные вещи: как можно вычислить площадь круга или найти центр тяжести параболоида, какую часть от объёма всего

цилиндра занимает вписанный в этот цилиндр шар, и многое другое. Для всех этих фигур он получал абсолютно точные формулы, а ведь шар или параболоид – «кривые» тела, греки с ними работать тогда ещё не умели. Каждое письмо Архимеда было открытием, а его методы были совсем не «элементарны» – можно даже сказать, что за два века до нашей эры он первым открыл «высшую» математику!

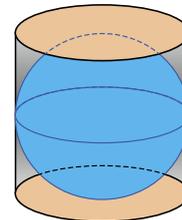
Архимед очень гордился тем, как он вычислил объём шара, и просил изобразить на его могильной плите шар внутри цилиндра, а рядом написать соотношение их объёмов. Об этом через 150 лет после его смерти вспомнил римский оратор Цицерон, поехал в Сиракузы и по данному чертежу нашёл могилу Архимеда. По его словам, вся она заросла терновником.



Круг по площади равен треугольнику, высота которого – радиус, а основание – длина окружности



Параболоид



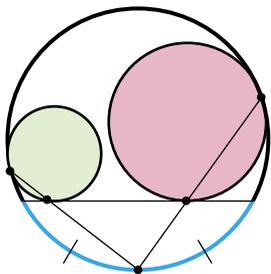
Объём шара составляет $\frac{2}{3}$ от объёма цилиндра



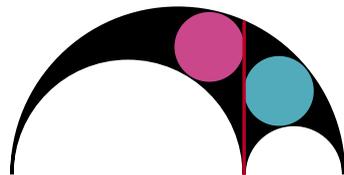
ВЕЛИКИЕ УМЫ



Архимед много занимался элементарной геометрией – в школе проходят его знаменитую лемму об окружностях¹, иногда решают задачу об арбелосе – ноже, которым в Сиракузах разделывали кожи животных. Посмотрите на его чертежи: Архимед доказал, что две окружности, вписанные в части любого арбелоса, равны друг другу. Ни одному кожевнику это не пришло бы в голову!



Лемма Архимеда об окружностях



Теорема об арбелосе

Но больше всего народ уважал Архимеда не за это: всеобщее восхищение вызывали его инженерные изобретения. Он придумал, как специальным винтом поднимать воду из реки в город, как с помощью блоков и веревок переносить огромные тяжести. (Кстати, архимедов винт до сих пор используют в обычной мясорубке!) Однажды правитель Сиракуз

Гиерон повелел построить корабль в подарок египетскому царю – внуку того Птолемея, который разговаривал с Евклидом. Корабль получился столь большим и тяжёлым, что его не могли сдвинуть с места все жители Сиракуз. Тогда Гиерон попросил помощи у Архимеда. Тот смастерил такую систему блоков и рычагов, что смог в одиночку спустить этот корабль на воду. Гиерон был в полном восторге. Архимед же сказал так: «Дай мне точку опоры, и я тебе сдвину Землю!».

Архимедов винт



Архимед был так поглощён наукой, что временами забывал есть и пить. Сидя перед очагом, он чертил круги и треугольники прутком на золе, а когда ходил в общественную баню –

¹ Эта лемма состоит в том, что если какая-то окружность касается одного сегмента круга в двух точках, то проходящая через них прямая всегда делит дугу другого сегмента пополам.



на своём намазанном маслом теле. Именно в бане он и сделал ещё одно выдающееся открытие. Дело было вот в чём. Как-то Гиерон приказал своему мастеру сделать золотой венец, отвесив для этого нужную меру золота. Венец он получил, но в то же время получил и донос, что мастер утаил часть золота и заменил его серебром. Проверить это не было никакой возможности – ведь венец был нужного веса, а его форма была слишком сложной для измерений. Гиерон опять обратился за помощью к Архимеду. Тот стал думать над этим вопросом и как раз отправился в баню. Принимая там ванну, он увидел, что чем больше погружается в ванну его тело, тем больше выливается из неё воды... Наверняка каждый в своей жизни наблюдал нечто подобное. Но Архимед выскочил из ванны и, не одеваясь, прямо по улице побежал домой, громко крича: «Эврика! Эврика!» – что означало: «Нашёл! Нашёл!». Дальше всё было просто: дома он сделал два слитка того же веса, что и у венца – один из золота, другой из серебра. Он погружал эти слитки в воду и смотрел, сколько они вытесняют воды. Оказалось, что

серебряный слиток вытесняет воды больше, чем золотой. Тогда он погрузил в воду «золотой» венец и увидел, что он тоже вытесняет больше воды, чем нужно. Так Архимед установил, что мастер подмешал в венец серебро и даже определил, сколько именно он утаил золота. Но главное – Архимед открыл закон: при погружении в воду тело всегда вытесняет количество воды, равное объёму самого тела. Это наблюдение стало первым в его исследованиях свойств жидкостей.

В его книге «О плавающих телах» им были впервые сформулированы законы гидростатики. Архимед мыслил жидкость не как сплошное единое вещество, но как бы состоящую из мельчайших частиц (на современном языке – молекул). Все эти частицы «давят» друг на друга, причём каждая испытывает давление частиц, находящихся сверху. «Более сдавленные» частицы вытесняют «менее сдавленные» и т. д. Из этого Архимед логически вывел, что на одной глубине все частицы должны испытывать равное давление друг на друга, а поверхность моря или любой другой свободной жидкости (даже в чашке или корыте!) долж-



ВЕЛИКИЕ УМЫ

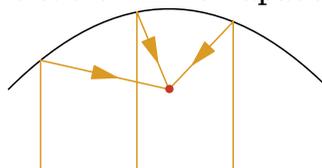


на быть частью сферы, центр которой находится в центре Земли. Почему тяжёлые корабли не тонут в воде, а держатся на её поверхности? А всё дело в том, что снизу на их днища действует выталкивающая сила, равная массе вытесненной этими кораблями воды! Этот знаменитый закон справедливо носит имя великого Архимеда.

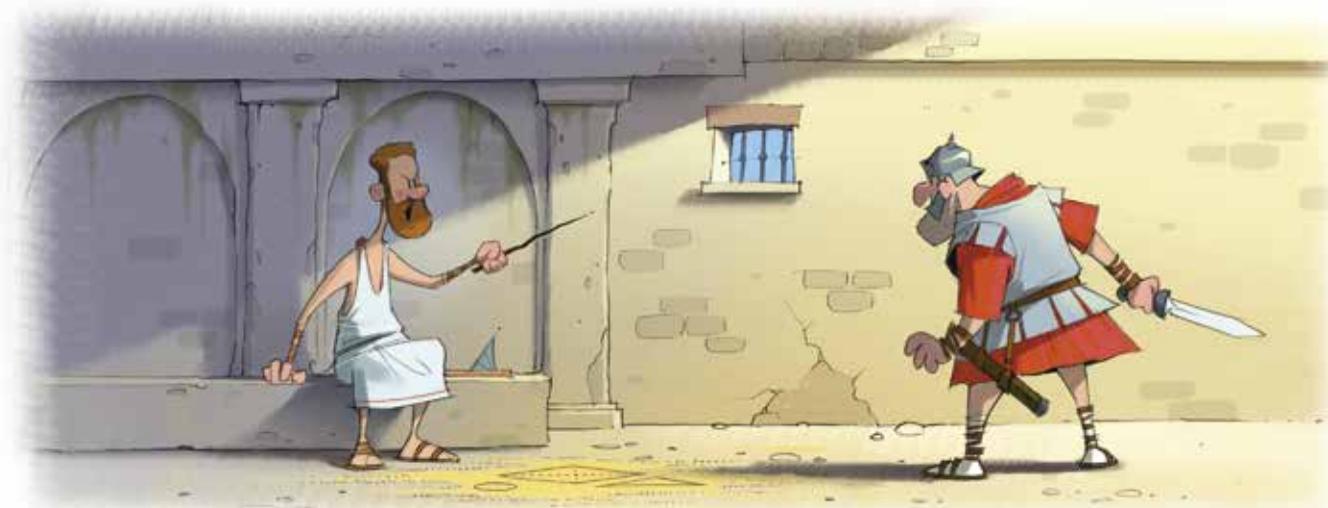
Может быть, мы с вами и не узнали бы столько об Архимеде, если бы он не прославился при обороне своего родного города от римлян. Тогда Рим уже много лет воевал с Карфагеном, Сицилия долго была независима от них, но в 214 году до нашей эры Сиракузы решили принять сторону Карфагена. Римское войско осадило город. Во главе его стоял лучший полководец Марцелл. Он рассчитывал взять Сиракузы за неделю, но не мог ожидать, что участие одного человека может всё поменять. Просто этим человеком был великий Архимед. Для обороны своего города он создал небывалые военные машины: катапульты, метавшие камни на огромные расстояния; подъёмные краны с крючьями, которые цепляли римские корабли и топили их в гавани. Дошло до того, что солдаты Марцелла в ужа-

се разбегались, как только видели над крепостной стеной верёвку или бревно!

Существует даже легенда о том, что Архимед установил на крепостных стенах множество зеркал и с помощью силы солнца поджигал ими римские корабли. Многие потом сомневались, что это было возможно в принципе. Однако к тому времени греки уже знали об удивительном свойстве зеркального параболоида собирать солнечный свет в одной точке – фокусе. Чем больше и шире параболоид, тем дальше находится от него его фокус и тем сильнее нагревается эта точка. Похожий опыт каждый из вас может провести с увеличительным стеклом – с его помощью легко зажечь бумагу или палку. Где же Архимед мог взять такой огромный параболоид, чтобы поджигать им на расстоянии целые корабли? Первым на этот вопрос ответил в 1747 году французский учёный Жорж-Луи де Бюффон. Он взял 128 небольших плоских зеркал, расположил их по параболе и с их помощью



Параболоид собирает
лучи солнца
в одну точку – фокус



смог на расстоянии 50 метров не только зажечь дерево, но даже расплавить свинец и серебро. Тот же опыт повторили в 2005 году исследователи из Массачусетского технологического института – им удалось похожим способом поджечь корабль, стоящий в 50 метрах от берега.

Впрочем, сочинение Архимеда, посвящённое зеркалам, его знаменитая «Катоптрика», считается полностью утраченным. Хотя можем ли мы быть уверены в этом до конца? Ведь другой его важный труд «Метод механических теорем» тоже считали навсегда потерянным. А потом его случайно обнаружили в середине XIX века в подвале библиотеки Константинополя на стёртом пергаменте, поверх которого были написаны богослужебные тексты. Этот палимпсест снова потерялся, был найден только через 100 лет и полностью прочитан уже в XXI веке.²

Осада Сиракуз продолжалась почти два года. Наконец римляне взяли город с помощью хитрости и предательства. Как обычно, на улицах начались резня и грабёж. Римский легионер ворвался к Архимеду с приказом немед-



Планетарий Архимеда

ленно следовать за ним к Марцеллу. Но Архимед так был поглощён решением геометрической задачи, что не слышал шума в городе и сказал ему только: «Не наступи на мои чертежи!» Это были его последние слова – раздражённый солдат убил его. Историк Плутарх пишет, что Марцелл, узнав о смерти Архимеда, сильно опечалился, разыскал родственников Архимеда и «милостиво обошёлся с ними». Впрочем, вряд ли это было действительно так. В ту эпоху весь греческий мир был свидетелем того, как жестоко римляне расправлялись с побеждёнными. Известно, что на память о великом учёном Марцелл взял себе его «небесную сферу» – чудесный маленький планетарий, сделанный руками Архимеда. На нём можно было наблюдать движение пяти планет, восходы солнца и фазы Луны. «Небесную сферу» Архимеда потом несколько веков всем показывали в Риме – она всегда вызывала восхищение!

² Подробный рассказ об этом читайте в статье «Как железные чернила спасли рукопись Архимеда» в «Квантике» №8 за 2014 год.