

УДК 373.167.1:501
ББК 20я72
Т45

Титов, С. А.

Т45 Естествознание. Базовый уровень. 10 кл. : учебник / С. А. Титов, И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — 6-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2020. — 348, [4] с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-358-23074-3

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования.

Учебник адресован учащимся 10 класса и рассчитан на преподавание предмета из расчета 3 часа в неделю.

Учебник объединяет сведения об основных законах и закономерностях, наиболее важных открытиях и достижениях в области химии, физики, астрономии, что формирует у учащихся представление о природе как целостной системе, а также о взаимосвязи человека, природы и общества.

Современное оформление, многоуровневые вопросы и задания, дополнительная информация и возможность параллельной работы с электронным приложением способствуют эффективному усвоению учебного материала.

**УДК 373.167.1:501
ББК 20я72**

ISBN 978-5-358-23074-3

© ООО «ДРОФА», 2013
© ООО «ДРОФА», 2019, с изменениями



ВВЕДЕНИЕ

...Науке можно учить как увлекательнейшей части человеческой истории — как быстро развивающемуся росту смелых гипотез, контролируемых экспериментом и критикой. Преподаваемая таким образом, т. е. как часть истории «естественной философии» и истории проблем и идей, она могла бы стать основой нового свободного университетского образования, целью которого (там, где оно не может готовить специалистов) было бы готовить, по крайней мере, людей, которые могли бы отличить шарлатана от специалиста.

Карл Поппер, социолог и философ науки

Дорогие старшеклассники!

Естествознание представляет собой систему наук о природе. Всё, что окружает нас, обеспечивает, облегчает, а иногда, к сожалению, и усложняет наше существование, мы называем природой. Объекты, которые составляют природу, могут быть мельчайшими, как атомы, или огромными, как звёзды; они могут быть неживыми и живыми; могут быть устроены относительно просто, как кристаллы соли, или невероятно сложно, как живой организм, но в любом случае их поведение подчиняется строгим законам — законам Природы, которым подчиняются все явления, происходящие во Вселенной. Знание этих законов позволяет не только объяснять происходящие вокруг нас явления, но и предсказывать их, создавать технические устройства, предупреждать и излечивать многие опасные болезни — одним словом, облегчать жизнь людей, делать её гораздо более комфортной и безопасной.

Существует мнение, что все науки можно разделить на естественные и гуманитарные, представители которых часто не понимают друг друга. На самом деле, естествознание и гуманитарное знание являются двумя сторонами единой культуры. Естествознание влияет на мышление человека, на его деятельность в общественной, литературной и художественной сферах, а гуманитарная культура воздействует на стиль и характер мышления естествоиспытателей.

В этом году вы узнаете, что в основе всего многообразия природных процессов лежат всего несколько закономерностей, которые являются очень логичными и сравнительно простыми для понимания.

Работая с учебником, постоянно оценивайте свои достижения. Довольны ли вы ими? Что нового вы узнали? Как могут пригодиться вам эти знания в повседневной жизни? Если какой-то материал покажется вам сложным, обратитесь за помощью к учителю или воспользуйтесь справочной литературой и ресурсами Интернета. Список рекомендуемых интернет-сайтов вы найдёте в конце учебника.



ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

§ 1

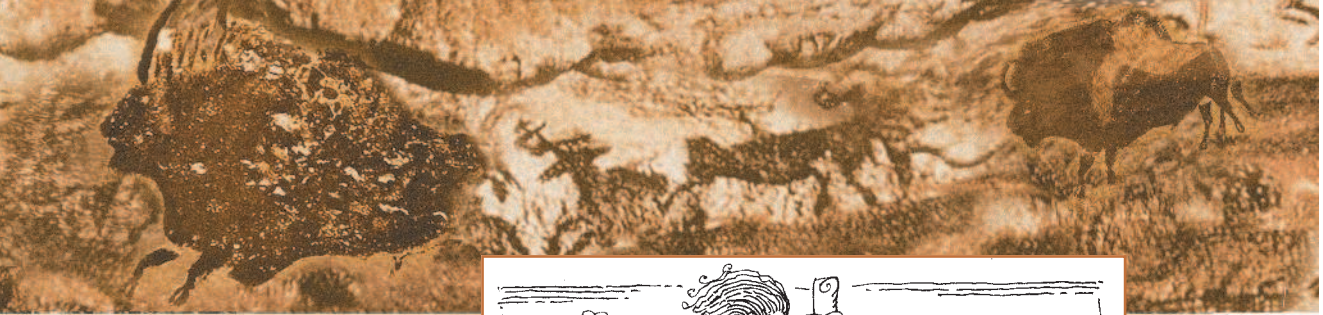
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОЗНАНИЯ

В оный день, когда над миром новым
Бог склонял лицо своё, тогда
Солнце останавливали словом,
Словом разрушали города.

.....
А для низкой жизни были числа,
Как домашний, подъярёмный скот,
Потому что все оттенки смысла
Умное число передаёт.

Н. Гумилёв

Способность ориентироваться в окружающей обстановке необходима для выживания каждому живому существу. Умение вовремя распознать опасность и постараться её избежать, найти, достать или поймать пищу, правильно отыскать партнёра для размножения — всё это необходимые условия существования каждого животного. У низших видов нормы правильного поведения заложены генетически, т. е. являются врождёнными. Такое поведение называют рефлекторным или инстинктивным. Чем выше на эволюционной лестнице стоит животное, тем большее значение в его поведении имеют приобретённые в течение жизни знания, т. е. научение. У животных, заботящихся о потомстве (птиц и млекопитающих), важную роль на начальном этапе обучения играют старшие особи, в первую очередь родители. У детёнышей хорошо обучающихся видов животных сильно развит инстинкт подражания, благодаря которому они копируют и запоминают поведение взрослых, а те, в свою очередь, часто воспроизводят перед потомством наиболее важные действия («делай как я»). В дальнейшем взрослое животное в течение своей жизни приобретает свой личный опыт, используя так называемый «метод проб и ошибок». Поэтому теми животными, которые живут стаями, часто руководит достаточно



старый и опытный вожак, подражая которому молодые совершенствуют своё поведение.

Однако ни одно животное по возможностям обучения не может даже отдалённо сравниться с человеком. От всех остальных животных человека отличает способность к речи, которая служит средством не только общения, но и познания окружающего мира. Конечно, у многих видов животных для общения между собой существуют элементарные «языки» с использованием звуков, движений или жестов. Иногда эти «языки» используют достаточно богатый и разнообразный набор знаков, помогающий их обладателям выбрать в данных условиях правильный тип поведения. Однако «язык» животных отличает от языка человека одна принципиальная особенность — его знаки выражают только описание ситуации: опасность, еда, выражение угрозы или, наоборот, приглашение к сотрудничеству (рис. 1). Только чело-



Рис. 1. Животные для общения используют звуки, жесты, движения

век на своём языке умеет обозначать конкретные предметы. Он может сказать «дерево», «река», «камень», имея в виду эти предметы вообще, а не те, которые он реально в данный момент наблюдает. Для владения таким языком требуется умение выделять абстрактные признаки, по которым одну группу предметов можно отличить от другой группы. Любой камень можно назвать камнем независимо от его размеров, формы и местоположения, т. е. любой конкретный предмет можно отнести к определённой *категории*. Для различения предметов внутри какой-то категории человек использует определения: камень может быть большим или маленьким, круглым или длинным, дерево — высоким или низким, зелёным или сухим. При этом слово, допустим, «большой» может относиться к разным категориям: большим может быть и дерево, и камень, и животное, и река. То же относится и к словам, обозначающим действие, — глаголам. Лететь может и птица, и камень, и облака. Так люди выработали абстрактные понятия, с помощью которых можно описывать не только то, что реально сейчас наблюдается, но и то, что было раньше, возможно, будет потом, или то, что вообще может когда-нибудь быть или, наоборот, не быть.

С возникновением языка человек получил возможность использовать принципиально новые способы обучения потомства. Теперь стало возможным не только обучать по принципу «делай как я», но и рассказывать о том, что, в принципе, может случиться, как вести себя в таких предполагаемых условиях. Можно описывать признаки, позволяющие отнести новый, ещё незнакомый предмет к определённой категории или, напротив, отличать одну категорию предметов от другой. Для того чтобы иметь возможность планировать свои действия, нужно было устанавливать связи между причинами и следствиями, а также связи, существующие в пространстве и во времени между различными категориями предметов. Это было началом *объяснения* человеком происходящих вокруг него явлений. Так появилось то, что впоследствии было названо *познанием окружающего мира*.

Возможность планировать достаточно отдалённые последствия того, что происходит в настоящее время, достигать с помощью этого желаемых результатов и избегать нежелательных резко выделила человека среди других видов обитавших в то время животных. Несмотря на то что человек значительно уступал многим из них в физической силе, ловкости и скорости передвижения, он очень скоро оказался победителем в борьбе за существование. Это случилось потому, что с помощью способности к познанию человек стал не только приспособляться к окружающим условиям, но и преобразовывать их для своих нужд.

Уже на ранних стадиях развития общества люди неплохо ориентировались в географии запечатлевая окружающую местность, либо в виде примитивных карт, либо в песнях и сказаниях, где подробно и последовательно описывался путь, ведущий в нужное место. Известен случай, когда где-то в пустыне Австралии заблудилась груп-



Рис. 2. Наскальные рисунки наших предков

па европейских путешественников. Вывел её проводник, который сам никогда здесь не бывал, но знал песню местного племени.

Наши предки хорошо разбирались в анатомии животных и человека, что видно по сохранившимся наскальным рисункам (рис. 2). Знание строения человеческого тела использовалось в первобытной медицине для лечения ран и переломов, для проведения операций, в том числе и на черепе. Овладение огнём и ношение шкур животных позволило человеку заселить абсолютно непригодные ему по климату области Земли.

Одной из интереснейших особенностей развития раннего человеческого мышления было возникновение способности к абстрактному счёту, к пониманию, что такое число. Для этого важно было уяснить, что численность чего-нибудь можно осмыслить вне этого «чего-нибудь». Если, например, я вижу шесть быков, то понимаю, что «шесть» может относиться не только к быкам, но и к камням, людям или любым другим предметам. Для того чтобы запомнить число увиденных животных или препятствий на дороге, можно было отложить такое же число камешков или палочек. Впоследствии люди научились использовать для счёта такие приёмы, как создание зарубок, насечек, узелков и т. п. Как вы узнаете дальше, именно понятие числа легло в значительной мере в основу древнегреческой философии, а через неё — в основу современного естествознания.



Итак, на ранних этапах своего развития человек научился познавать и преобразовывать окружающий его мир. Этому способствовали появление речи, использование абстрактных понятий и абстрактных чисел. Впоследствии произошёл ещё один революционный перелом в истории познания — речь стала не только устной, но и письменной. Появилась возможность широчайшего распространения знаний как в пространстве, так и во времени. Человек мог узнать не только то, что накопили в своём личном опыте люди его рода или племени, но и то, что происходило в давние времена в далёких землях. И ограниченный объём памяти отдельного человека больше не являлся препятствием для широкого распространения знаний. Это послужило предпосылкой к появлению единого знания человечества, из которого впоследствии и возникла *наука*.

Проверьте свои знания

1. Что отличает речь человека от «языка» животных?
2. Как способность к познанию позволила древним людям широко расселиться по Земле?
3. Какие преимущества получил человек после изобретения письменности?

Задания

1. Назовите сходство и различия между объектами, относящимися к категориям «рыба» и «птица». К какой общей категории они относятся?
2. Выразите высказывание «высоко низко голова больно» на современном литературном языке. Какие части речи и обороты вам пришлось добавить?

§ 2

АНТИЧНАЯ НАТУРФИЛОСОФИЯ

Представляется мне, что для начала должно разграничить вот какие две вещи: что есть вечное, не имеющее возникновения бытие и что есть вечно возникающее, но никогда не сущее. То, что постигается с помощью размышления и рассуждения, очевидно, и есть вечно тождественное бытие; а то, что подвластно мнению и неразумному ощущению, возникает и гибнет, но никогда не существует на самом деле.

Платон. Тимей

Философы Древней Греции. Основным истоком современного естествознания является философская мысль Древней Греции. Разумеется, жители Эллады создавали свои представления не на пустом месте. Глубокие и обширные знания об окружающем человека мире существовали и использовались в ещё более давние времена, например в Вавилоне, Египте и Китае. Такие изобретения, как обожжённый кирпич, гончарный круг и колёсный экипаж, были известны уже более чем за три тысячи лет до нашей эры. Во втором тысячелетии до н. э. люди уже использовали весы, циркуль, рычаги, водяные часы, умели выплавлять и обрабатывать металлы, перемещаться по воде с помощью вёсел и парусов. Значительные успехи были достигнуты в медицине и сельском хозяйстве: широко использовались всевозможные лечебные снадобья и хирургические вмешательства, люди умели орошать и осушать земли и использовали искусственное опыление сельскохозяйственных растений.

Создаётся, однако, впечатление, что эти технические достижения не возникли в результате применения каких-либо научных знаний или теорий. Скорее наоборот — попытки осознать окружающий мир, нарисовать его общую картину появились в результате практического использования технических изобретений. Разумеется, древние вавилоняне и египтяне великолепно ориентировались в астрономии, могли очень точно рассчитывать движение Солнца, Луны и планет и измерять время, но и эти знания носили чисто практический характер и никак не были связаны с пониманием устройства мира, объяснение которого целиком было отдано религии. При этом ни в коем случае не надо думать, что техника и религия находились в каком-либо противоречии. Наоборот, жрецы в храмах часто прекрасно совмещали богословские рассуждения и религиозные обряды с занятиями астрономией и техникой. Но то, что можно назвать именно наукой, т. е. целостное объяснение всех накопленных сведений, позволяющее предсказывать явления и влиять на них, появилось только в середине первого тысячелетия до н. э. в Греции.

Общие знания и рассуждения об устройстве мира в Древней Элладе называли философией, что в переводе на русский язык означает «лю-



Рис. 3. Пифагор

бовь к мудрости», или, как говорили в России до XIX в., «любо-мудрие». Считается, что впервые слово «философ» употребил древнегреческий мудрец и известный математик Пифагор (рис. 3), живший в конце VI — начале V в. до н. э. Другой, более поздний греческий философ Диоген писал: *«Философию философией (любо-мудрием), а себя философом (любо-мудром) впервые стал называть Пифагор... мудрецом же, по его словам, может быть только Бог, а не человек. Ибо прежде-временно было бы философию называть “мудростью”, а упражняющегося в ней — “мудрецом”, как если бы он изострил уже свой дух до предела; а философ [“любо-мудр”]* — это просто тот, кто испытывает влечение к мудрости».

Ранние греческие философы всегда отдавали предпочтение рассуждениям перед фактами. Такая точка зрения проистекала из того, что ими руководила уверенность в том, что мир устроен абсолютно правильно и гармонично. Само слово «космос» означает «порядок» или «красоту» в противоположность необустроенному первобытному хаосу. Логические рассуждения, как и числа, всегда абсолютно строгие, не подвержены случайным изменениям, а потому истинны. Факты же испытывают искажения из-за случайных вмешательств или ошибок

в наблюдении. Поэтому, как рассказывают, философ Зенон с палкой набросился на другого философа, осмелившегося противопоставить формальной логике реальные факты. Вершиной этих философских представлений стало учение Платона (427—347 до н. э.) (рис. 4), оказавшего, как мы впоследствии увидим, сильное влияние и на естествознание Нового времени. Платон считал, что существует вечный, неизменяющийся мир идей, который служит прообразом нашего реального материального мира, подверженного вечному изменению. Каждая вещь имеет свой идеальный вечный прообраз (эйдос), в соответствии с которым она строится. Наблюдения за явлениями реального земного мира позволяют высказывать предположения о мире идей,

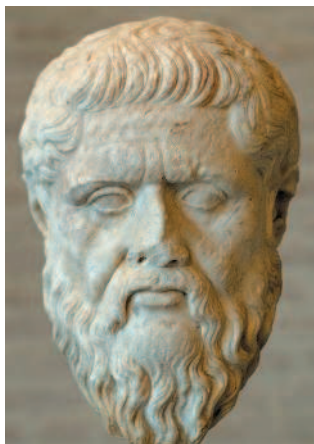


Рис. 4. Платон

познание которого через человеческую душу и является главной целью философии.

Аристотель как основатель натурфилософии. Ученик Платона Аристотель (384—322 до н. э.) (рис. 5) хотя и воспринял в значительной мере мысли своего учителя, но существенно их переосмыслил. Он перенёс основное внимание с небес на землю, т. е. попытался объяснить предметы и явления с позиций, доступных человеческому наблюдению. Именно его считают основателем *натурфилософии*, из которой с течением веков и развилась современная наука. К этому времени слово «философия» утратило буквальный смысл «любовь к мудрости», а стало означать примерно то же,

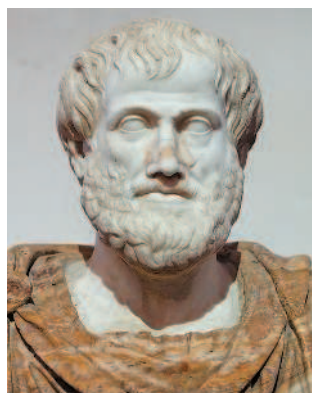


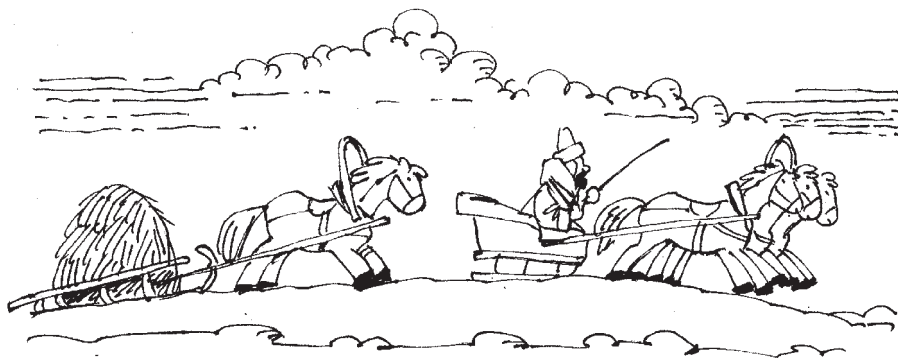
Рис. 5. Аристотель

что оно означает и в наше время — «знание, учение». Слово же «натурфилософия» включает корень, происходящий от латинского слова «натура», т. е. «природа», и означает «философия природы», а название нашего предмета «естествознание» есть точный перевод на русский язык вышедшего из употребления слова «натурфилософия»¹.

Аристотель, конечно, не называл своё учение натурфилософией, поскольку не использовал латинский язык. Этот термин, вернее его первую часть, перевёл на латынь спустя несколько веков римский философ Сенека. В оригинале же Аристотель использовал слово «физика», что по-гречески тоже означает «знание о природе». В отличие от своих предшественников, в частности философов Пифагора и Платона, Аристотель в своей физике (или натурфилософии) обращает главное внимание не на управляющие Миром божественные принципы, а на наблюдения и эксперименты. Этот философ сам провёл множество таких наблюдений и экспериментов, исследуя всё: от падения предметов до внутреннего устройства растений и животных. В трудах Аристотеля содержатся сведения из области музыки, метеорологии, он высказывает правильные мысли о распространении звука в воздухе, делает попытку опытным путём определить вес воздуха, размышляет о распространении света и т. д.

Особое внимание Аристотель уделял движению, под которым он понимал любое количественное и качественное изменение, т. е. толковал его шире, чем это принято в современной физике. Поэтому он утверждал, что в природе всё движется. Аристотель пытался разобраться в причинах движения, однако совершил при этом много оши-

¹ Обратите внимание на интересную особенность языка. Греко-латинское слово «натурфилософия» можно с тем же успехом перевести как «природоведение», однако в современном русском языке последнее имеет принижённый характер и понимается как что-то любительское, в то время как «естествознание» звучит более научно.



бок, так как понятия точного эксперимента в его время ещё не существовало. Так, заметив, что в природе есть тела, которые падают вниз, и тела, которые поднимаются вверх (например, дым или огонь), он делает заключение, что тяжёлые тела естественно стремятся к своему месту, находящемуся в центре Земли, а лёгкие стремятся вверх — к поверхности мировой сферы. Во всех случаях тела стремятся «к своему естественному месту». Аристотель, как и большинство его современников, считал, что все предметы состоят из смеси четырёх основных элементов (первоэлементов): земли, воды, воздуха и огня. Каждый из этих элементов в силу своей природы стремится занять своё место: ниже всего расположена тяжёлая земля, над ней вода, ещё выше — воздух, а выше всех находится огонь. Поэтому те предметы, которые содержат много земли, падают вниз, а те, в которых преобладает огонь, стремятся вверх.

Аристотель также предполагал, что скорость движения тела прямо пропорциональна действующей на него силе и обратно пропорциональна сопротивлению окружающей его среды. До открытия закона инерции это казалось очевидным: две лошади могут везти повозку быстрее, чем одна. Но каким же образом поддерживается движение брошенного предмета? И Аристотель придумывает замысловатую теорию, согласно которой брошенное тело непрерывно подталкивается воздухом, стремящимся занять своё место, освобождаемое летящим телом.

Таким образом, Аристотель не сумел разработать точные методы исследования и прибегнуть к той степени абстракции, которая характеризует современную науку. Поэтому его выводы во многом были ошибочны, что, однако, не умаляет колоссальную роль учёного в истории естествознания.

Проверьте свои знания

1. Какие технические изобретения были сделаны во втором тысячелетии до н. э.?

2. Что в переводе на русский язык означает слово «философия»? Кто впервые использовал это понятие?
3. В чём заключаются отличия философии Аристотеля от философии Платона?
4. Каким термином Сенека заменил использовавшееся Аристотелем понятие «физика»?

Задания

Покажите, какие основания были у Аристотеля утверждать, что скорость движения предмета зависит от действующей на него силы. Для этого возьмите динамометр, прикрепите его к какому-либо предмету и, двигая его по шершавой поверхности, отмечайте зависимость между скоростью движения и показаниями динамометра.

§ 3

НАУКА И ТЕХНИКА В ПОЗДНЕЙ АНТИЧНОСТИ

Архимеду Гиерон приказал открыть закон —
Чтоб исследовать составы корон.
Ювелиры Сиракуз, к золоту имея вкус,
Из казны немалый груз увели.
Архимеду хоть бы хны — он поехал в Сандуны,
Снял рубашку, снял штаны, в ванну — плюх.
Архимед в воде лежал, и открытие искал,
И пузырьки пускал в забытьи...
Тут случилась бы беда, но спасла его вода!
Не дала ему вода утонуть.
Осенило старика — заплясал он трепака
И из бани сиганул — эврика!

*Из оперы «Архимед»
физического факультета МГУ*

Не вполне точные теоретические выводы, сделанные Аристотелем и его современниками, не помешали людям античного мира разработать основы точной механики и создать разнообразные технические приспособления. Большинство этих открытий и изобретений приходится на время, которое называют *эллинистической эпохой*. Завоевания Александра Македонского способствовали широкому распространению греческой культуры и философии в окружающих странах (Египет, Персия и др.), культура которых также оказывала влияние на греческое мировоззрение. Так возникло новое культурное течение — *эллинизм*. После смерти Александра Македонского в 323 г. до

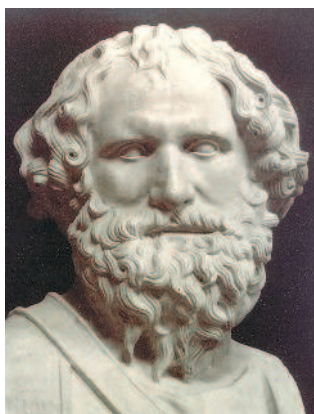


Рис. 6. Архимед

н. э. интеллектуальная столица переместилась из Афин в основанный этим завоевателем город Александрию Египетскую, где один из учеников Аристотеля создал научно-учебное заведение, называвшееся Александрийским музеем. Музей стал большим культурным центром, где учёные жили за государственный счёт и имели в своём распоряжении две огромные библиотеки, насчитывающие к 48 г. до н. э. около 700 тыс. томов. Музей не только собирал, но и издавал книги, чему способствовала естественная монополия Египта на производство папируса.

Архимед. Такие исключительно благоприятные условия привлекали в Александрию учёных со всех концов света. Фактически вся физика эллинистического периода, а значит,

и вся лучшая часть античного естествознания связана с Александрийским музеем. В частности, самый выдающийся физик и механик того времени **Архимед** (287—212 до н. э.) (рис. 6) учился в Александрии и всю свою жизнь сохранял связи с музеем. Архимед не только обосновал многие правила механики, но и создал поразительные технические приспособления, которыми и через две тысячи лет не переставали восхищаться учёные. Среди его открытий наиболее известными являются правило рычага и то, что все и всегда называли законом Архимеда. Поговорим о них подробнее.

Рычаг как самое простое механическое приспособление известен всем. Он представляет собой стержень, который может вращаться вокруг точки опоры. Участки стержня по обе стороны от этой точки называются плечами. Если к короткому плечу приложить силу, например подвесить груз, то можно будет его легко поднять, нажимая на длинное плечо. Чем больше будет длинное плечо по отношению к короткому, тем меньшую силу надо затратить для подъёма груза одной и той же массы. Но насколько меньшую? Как эта сила зависит от отношения длины плеч?¹ Об условиях равновесия рычага говорил ещё Аристотель, но у него это условие изложено весьма неясно. Архимед выводил его из постулатов, полученных в непосредственных опытах с рычагами, и один из его выводов гласит: *«Соизмеримые величины уравновешиваются, если длины, на которых они подвешены, находятся в обратном отношении к тяжестям».*

Из этого следует, что если длинное плечо будет достаточно большим, то, слегка надавливая на него, можно поднять груз любой массы. Поэтому Архимеду приписывают такое самоуверенное изречение: *«Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю».*

¹ Материал из курса физики для 7 класса.



Что же касается собственно закона Архимеда, то он гласит: *«Тела, относительно более тяжёлые, чем жидкость, опускаются вниз до самого дна и становятся в жидкости настолько легче, сколько весит объём жидкости, равный объёму тела».*

По распространённой легенде, закон этот был открыт так. Царь поручил Архимеду выяснить, сделана ли его корона из чистого золота или к ней подмешано серебро. Архимед думал над этой задачей до тех пор, пока ему не помог случай. Принимая ванну, он заметил, что чем больше он погружается, тем больше воды выливается из ванны. Он понял, что это даст ему ключ к разгадке, выскочил из ванны и побежал по городу с криком: «Эврика, эврика!» («Нашёл, нашёл!»). После этого открытия он опустил в сосуд с водой золотой слиток той же массы, что и корона, а потом собрал и взвесил вылившуюся воду. Потом он повторил тот же опыт со слитком серебра той же массы и нашёл, что воды вылилось больше (потому что при одинаковой массе объём серебра больше, чем объём золота). Повторив опыт с короной вместо слитков, Архимед получил результат, лежащий где-то посередине между результатами опытов со слитками, из чего заключил, что корона сделана не из чистого золота.

Архимед также сделал около сорока искуснейших и полезных изобретений. Он создал винт (он так и называется — винт Архимеда), который мог поднимать воду на высоту до четырёх метров, позволяя орошать верхние участки местности и осушать низменные. Архимед сконструировал планетарий, который впоследствии был привезён в Рим в качестве военного трофея и вызвал восхищение у римского оратора и политического деятеля Цицерона. Во время осады римским войском Сиракуз — родного города Архимеда он непрерывно изобретал всё новые боевые машины, наводившие страх на осаждающих. По легенде, после взятия Сиракуз Архимеда убил какой-то грубый римский воин в тот момент, когда философ рисовал на песке геометрические фигуры.

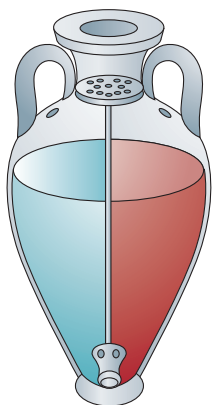


Рис. 7. Герон придумал конструкцию амфоры, «превращающей воду в вино и обратно». Одну половину такого сосуда наполняли вином, а другую — водой. Затем горлышко амфоры закрывали пробкой. В верхней части сосуда под выступающими ручками были просверлены два отверстия: одно — в «винной» части, а второе — в «водяной». Кубок подносился к кранику, расположенному внизу амфоры, жрец открывал его и наливал в кубок либо вино, либо воду, незаметно затыкая одно из отверстий пальцем

Герон Александрийский. Наверное, самым выдающимся изобретателем эллинистического мира является Герон Александрийский, хотя на самом деле про него мало что известно. Мы знаем, что он преподавал в Александрии, но не вполне ясно, в какое время (I в. до н. э. — I в. н. э.). Герон описал множество сложнейших приспособлений (рис. 7). Однако осталось неясным, какие из них изобрёл он сам, а какие заимствовал у предшественников. Среди них так называемый *эолипил* — приспособление, которое вращается под действием реактивной силы пара, вырывающегося из трубок (рис. 8), механические театры, в которых энергия сыплющегося песка или зерна с помощью

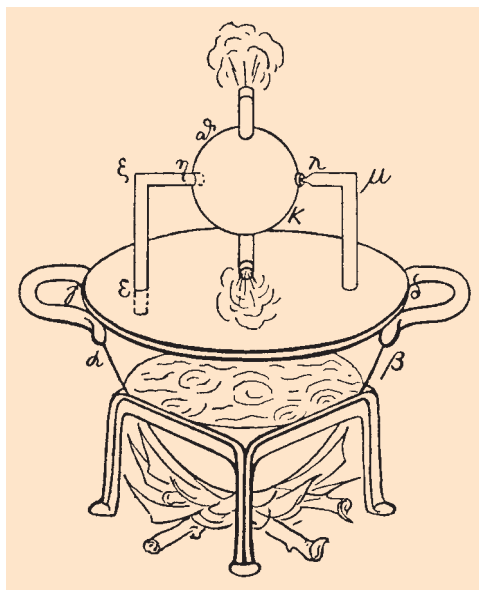


Рис. 8. Эолипил

системы отверстий и клапанов заставляет двигаться фигуры, изображающие сцены из жизни людей и богов, и многие другие. Поражает воображение описание устройства, благодаря которому двери храма открывались после того, как на жертвеннике разводили огонь (рис. 9).

Таким образом, греки уже владели достаточными научными и техническими знаниями, для того чтобы оказаться на пороге той технической революции, которая произошла спустя две тысячи лет. Революция задержалась из-за того, что в эллинистическом мире людей интересовало не столько практическое использование изобретений, сколько конструирование игрушек для раз-