

А. Дозоров, кандидат физико-математических наук

## Эолипил, диаболо, йо-йо, или О серьёзном в детских забавах

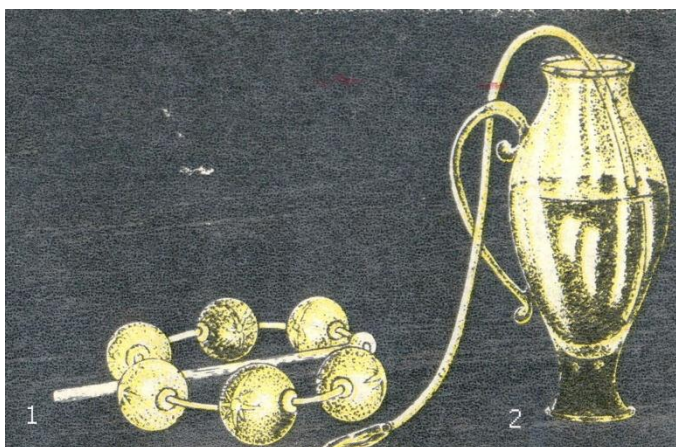
«Знание-сила» №9, с. 16-18, 1979

Перед вами гравюра 1630 года под названием «Детские забавы» (рис. 6). Какие же игры были популярны у детей триста лет назад?

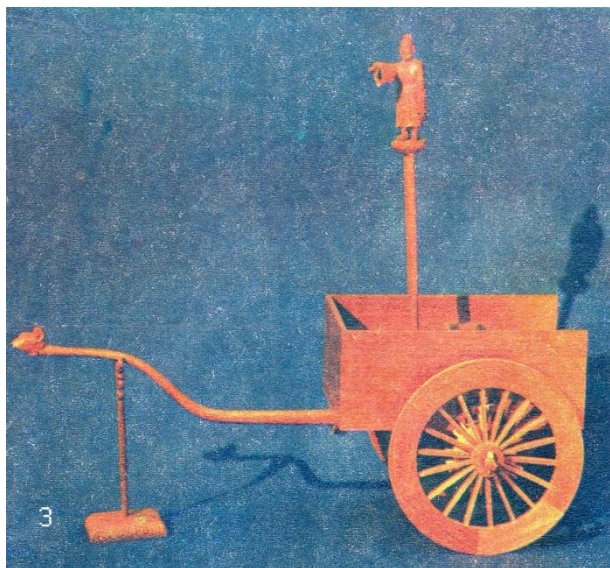


Мальчики запускают воздушного змея. Его конструкция почти не отличается от той, что вы совсем недавно видели в соседнем дворе. Грозная армия выступает в поход на битву с противником из другого квартала. Пацифисты же предпочли более мирные занятия – езду верхом на палочке, скакалку, чехарду, жмурки, «дочки-матери» и другие, столь знакомые нам по детству развлечения.

Вот ещё очень древние забавы, правда, не часто встречающиеся в последние годы. Хотя читатели средних лет должны помнить свой восторг от этих занятий. Лет двадцать назад практически в любом дворе можно было найти виртуозов юного возраста, часами бродивших на ходулях. А колесо катали все – и мальчики и девочки. Забава с обручем, наверное, столь же стара, как и человечество. Колёсный экипаж появился примерно за тридцать веков до новой эры, а колесо ещё раньше. С тех пор им и играют.



Гравюра XVII века вызывает удивление. За триста лет ни одна игра не забыта. Есть игры и игрушки, которые пришли из глубин времён столь далёких, что трудно назвать момент их зарождения. Но несмотря на это, даже их внешний вид порой доходит до нас в неизменном состоянии. Вроде этой погремушки, найденной при раскопках в Помпеях (рис. 1).



Игрушки, как и другие предметы быта, конечно же, подвержены влиянию моды. Большинство модных, в своё время игрушек, сейчас забыто, и сведения о них можно получить только из специальной литературы. Но порой среди игрушек попадаются вещи совершенно уникальные по идее или осуществлению. Кроме детей, игрушка интересна искусствоведам, историкам и даже физикам. Это легко понять. Хорошая игрушка может возникнуть лишь в том случае, если мастер, её создавший, взрослый человек, сам начнёт играть, и играть всерьёз.

Любопытно, что многие древние взрослые забавы часто содержали в себе элементы величайших открытий, сделанных лишь много веков спустя после создания игрушки.



\* \* \*

Взять хотя бы игрушки Герона. Древние греки заложили фундамент современной физики. Фундамент прочный, надёжный и по своей красоте изумительный. Завершителем древнегреческого этапа развития науки принято считать Герона, прославившего своё имя фейерверком изящных изобретений. (Даты рождения и смерти Герона Александрийского точно не известны. Предполагается, что он жил в конце II – начале I веков до новой эры.) После Герона в развитии европейской культуры наблюдается резкий спад.

Герон описал пожарный насос, водяной орган. Знамениты сифоны Герона (рис. 2). Принцип действия насоса прекрасно известен шофёрам – подсосав бензин в трубку, водитель наблюдает, как жидкость самостоятельно переливается из одного сосуда в другой. Героном придуман автомат для продажи «священной» воды, почти такими же автоматами пользуемся и мы. Он же создал прототипы современных теодолитов и таксометров. Ему приписывается

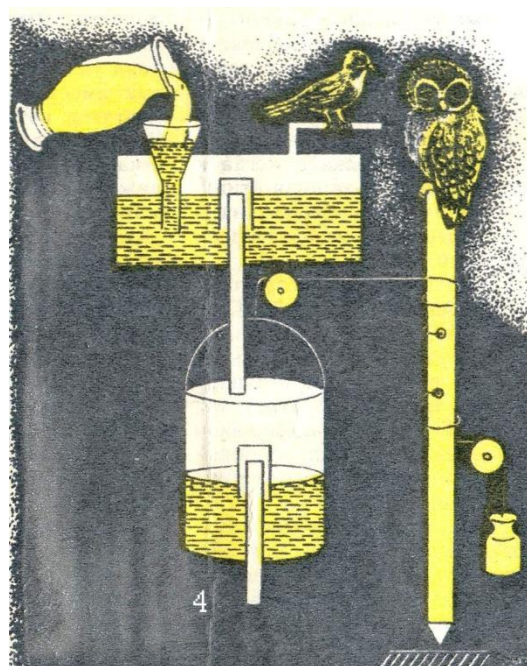
масса других изобретений. Не все из них нашли широкое применение в технике, большинство использовалось лишь для устройства забавных игрушек.

Наиболее удивительным изобретением, пожалуй, можно считать «эолипил Герона» (рис. 10б). Пар, вырываясь из трубок, заставляет вращаться стеклянный шар. Эолипил – прообраз паровых турбин, появившихся лишь спустя два тысячелетия. Более того, эолипил можно считать одним из первых реактивных двигателей. До открытия принципа реактивного движения оставался один шаг – имея перед собой экспериментальную установку, требовалось сформулировать сам принцип. Однако на этот шаг человечество затратило ровно две тысячи лет.



«Переизобретение» эолипила Герона состоялось в 1750 году. Венгерский учёный Я.А. Сегнер построил прообраз гидравлической турбины. Отличие так называемого «сегнерова колеса» (рис. 10а) от эолипила состоит лишь в том, что реактивная сила вращая устройство, создаётся струёй не пара, а жидкости. В наши дни это изобретение служит классической демонстрацией реактивного движения в курсе физики, а на полях и в парках используется для полива растений.

А вот детская игрушка (рис. 4) – поющая птичка и сова. Через воронку в верхний сосуд наливается вода, вытесняя из него воздух через тонкую трубку-свистульку. На свистке сидит маленькая птичка. Воздух продувается – птичка поёт. Когда вода заполнит верхний сифон, и он сработает, тогда жидкостью начинает заполняться нижний сосуд, а птичка перестаёт петь. Вслед за этим нижний сосуд тяжелеет и при помощи системы верёвочек поворачивает «дерево», на котором сидит сова: нижний сосуд перетягивает груз, привязанный к «дереву». В результате птичка поёт, если сова на неё не смотрит, и замолкает, когда к ней поворачивается хищная птица. Не может не вызвать восхищения насыщенность этой игрушки физическими идеями!



Не менее остроумно устройство Геронова фонтана (рис. 7). Сначала водой заполнены верхний и средний сосуды. Если вам понятно устройство предыдущей игрушки, не составит труда разобраться, как в фонтане Герона при перетекании воды из верхнего сосуда в нижний меняется давление воздуха и почему возникает сам фонтан.

Глядя на игрушки Герона, трудно поверить, что созданы они в те времена, когда не были ещё сформулированы газовые законы. Чтобы изготовить игрушки, изображённые на рисунках 4 и 7, требуется знать, что при постоянной температуре с уменьшением объёма газа давление в нём возрастает. А это – практически всё, что нужно для формулировки самого общего газового закона.

\* \* \*

Физические законы используются при устройстве развлечений с незапамятных времён. По-видимому, первыми их стали применять старинные бродячие артисты – акробаты и жонглёры. И те и другие используют законы, согласно которым движется вращающееся тело.

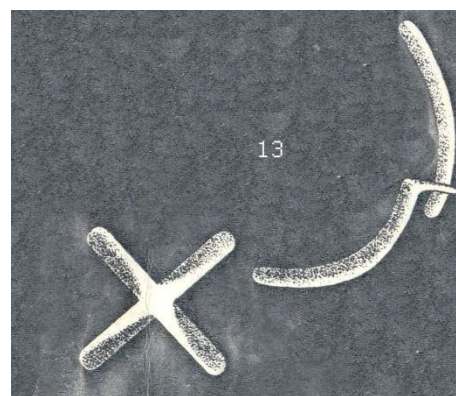
Занимательное порождение старинного цирка – игры с вращающимися волчками. Этот аттракцион называют диаболо. Артист держит в руках две палочки с нитью между ними. При помощи этого простого устройства он раскручивает волчок – нечто вроде короткой катушки, – а затем начинает подбрасывать и ловить волчок на нить. На рисунке 8 показан «туземный диаболо» прошлого века. Как сообщается в книге «Игрушка. Её история и значение» (1912 год), он доставлен в Европу из Восточной Африки. Устройство его элементарно: две палочки и слегка обструганный кусок дерева. Этот аттракцион и сейчас встречается на сцене современного цирка.

Законы, которым подчиняется вращающееся тело, использованы древним человеком в уникальном изобретении – бумеранге. Родиной бумеранга принято считать Австралию, но зона его распространения значительно шире – Древний Египет, Индия, Юго-Восточная Азия.

Сечение лопасти бумеранга подобно сечению винта самолёта. Форма же этой метательной палицы может быть самой причудливой (рис. 13). Бумеранги летают, описывая замысловатые восьмёрки, по самым причудливым траекториям. Теория полёта бумеранга разработана лишь недавно, поэтому удивительно, что столь сложное с точки зрения теории устройство было выполнено во всевозможных вариантах первобытным человеком.

Глядя на рисунок 13, можно сделать из плотной бумаги маленький «домашний» бумеранг. Положив его на край книги, щёлкните по лопасти. Немного попрактиковавшись, можно получить довольно-таки удачные бумеранги. Знаменитый американский физик-экспериментатор, почётный член АН СССР Роберт Вуд, достигнув совершенства в изготовлении этой игрушки, даже выступал перед футбольными матчами. Стоя, посреди поля, он лихо бросал это оружие первобытного человека в сторону зрителей. Описав несколько завитушек над головами болельщиков, бумеранг всегда возвращался к ногам известного физика.

Однако научиться пользоваться в домашних условиях бумерангом или диаболо не так-то просто. А вот древнекитайскую игрушку «ио-ио» освоить несложно. Она представляет собой просто катушку с ниткой. Катушку лучше всего сделать из металла: диаметр катушки около пяти сантиметров, ширина – один-два сантиметра, ось катушки делать потоньше. Можно собрать игрушку и из любых подручных материалов. Крепко привяжите к оси прочную нитку длиной от колена до кисти согнутой руки. Игра заключается в следующем. Намотайте на катушку нить, возьмите



её за свободный конец и отпустите катушку. Она начнёт медленно падать, раскручивая нить. Когда нить полностью раскрутится, «ио-ио» начнёт взбираться вверх по нити. Задача состоит в том, чтобы непрерывно поддерживать движение. Через день-другой упорных занятий можно научиться устраивать с «ио-ио» разные фокусы – например, заставлять игрушку почти остановиться, а потом вновь взбираться до верха нити. Если вы не найдёте с «ио-ио» общего языка, обратитесь к любому ребёнку старше шести лет. Быстро научившись управлять игрушкой, он и вас обучит технике игры.

В упрощённом варианте – катушка и две нити, закреплённые на штативе, – ио-ио используется во многих вузах в качестве лабораторной работы и называется теперь маятником Максвелла.

\* \* \*

Одна из игрушек древних китайцев тоже может служить прекрасной лекционной демонстрацией для современных студентов.

Небольшой чан, наполненный водой, укреплен на треноге (рис. 9). Представьте себе человека, склонившегося над водой и произносящего таинственные заклинания. Когда атмосфера опыта будет достаточно накалена, вода в чане сама собой закипает, производя на зрителей потрясающее действие.

Секрет фокуса оригинален, но не очень сложен. Дело в том, что демонстратор – а не колдун с современной точки зрения, – глядя в воду, держится за ручки, приделанные к чану. И определённым образом их потирает, возбуждая колебания стенок. Имея подходящий чан и достаточный опыт, не так уж трудно возбудить в системе резонансные колебания, то есть колебания с большой амплитудой. В результате вода в сосуде будет буквально бурлить, создавая полную иллюзию кипения. Потрясающе – под действием магических слов кипит холодная вода!

При желании этот опыт вам, может быть, удастся выполнить и дома. Возьмите хрустальную рюмку. Аккуратно прижав её основанием к столу, не очень быстро водите пальцем по верхней кромке рюмки. Через некоторое время, когда вам удастся возбудить резонансные колебания, рюмка «запоёт» – начнёт издавать чистый звук. Каждая рюмка будет обладать лишь ей присущим тоном – резонансная частота колебаний зависит от многих параметров, а двух совершенно одинаковых рюмок не бывает.

Следующая игрушка – пьющий утёнок (рис. 12) – была широко распространена в Китае и Японии. Действует она так: если один раз макнуть утёнка в чашку с водой, то дальше, непрерывно кланяясь, он сам будет «пить воду», пока не выпьет её всю.

Каков же секрет?

В туловище утёнка налита легко испаряющаяся жидкость (эфир) так, чтобы в наклонном положении (рис. 12а) конец трубочки-шеи был выше уровня жидкости. Когда утёнок стоит прямо, то этот кончик погружён в эфир. В свободном пространстве головы и туловища находится насыщенный пар эфира. Если голову утёнка смочить жидкостью, например, макнуть в чашку с водой, то при испарении воды голова по сравнению с туловищем станет холоднее. В результате охлаждения в верхней части игрушки пары эфира начнут конденсироваться. Давление паров внутри головки уменьшается по сравнению с их давлени-



нием в тёплом туловище. Жидкость выдавливается из туловища, шейка утёнка заполняется жидким эфиром, центр тяжести поднимается (рис. 12б). Наконец в какой-то момент равновесие нарушается, голова перетягивает, и утёнок падает носом в чашку с водой. Процесс повторяется сначала.

Если вместо воды в чашку налить спирт, то утёнок начинает кланяться быстрее. Естественно, это не связано с его особым пристрастием к алкоголю. Просто спирт испаряется быстрее воды.

\* \* \*

Можно представить, как возник бумеранг. Однажды охотник бросил палку – она закрутилась и описала замысловатую траекторию. Человек задумался, подобрал похожую. Снова бросил – её траектория ему ещё больше понравилась. Путём многочисленных проб, сопровождавшихся разочарованиями и находками, охотнику удалось создать такие бумеранги, которые вызывают у нас удивление и восхищение.

Но как можно без знания газовых законов и поведения насыщенных паров построить в уме модель пьющего утёнка и понять, как он должен себя вести?

Список игрушек подобного рода можно продолжать очень долго. У них есть одна общая черта – в основу игрушки заложена способность мастера искать и удивляться. Не очень часто дарит природа такую способность взрослым людям. Наверное, именно поэтому через многие века человечество бережно донесло эти игрушки до нашего времени.