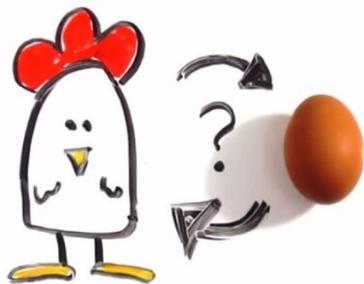


## ЯИЧНАЯ НАУКА

*Не разбивши яйца, яичницы не сделаешь.*



Кто не слышал, казалось бы, бессмысленный вопрос: «Что было первым – курица или яйцо?». А ведь учитель на уроках биологии наверняка рассказывал о том, что раньше класса птиц, к которому относятся курицы, на земле появился класс пресмыкающихся-рептилий, к которому относятся змеи...

Яйцо было первым<sup>1</sup> (и снесла его «предкурица»)<sup>2</sup>. Но как после этого утверждать: «Яйца курицу не учат»?

И всё же, справедливости ради заметим, что вопрос первородства курицы и яйца – некорректный, он из разряда «Что было раньше – болт или гайка?».

Диво дивное природы – яйцо – символ жизни! Персонаж сказок и произведений художников. Великий Леонардо да Винчи в идеальной форме яйца узрел золотое сечение<sup>3</sup>. О нём – *пословицы и поговорки*. Его расписывают народные умельцы, а форма яйца вдохновляет скульпторов, архитекторов и ювелиров. Ради гармонии восприятия и интеллектуального удовольствия приглашаем вас к демонстрационному столу. Отведаем яичной науки! «Умные из умных яиц выдупляются!»

Прежде всего, проверим куриные яйца на свежесть... Для этого поместим их в воду. Несвежие яйца всплывут!

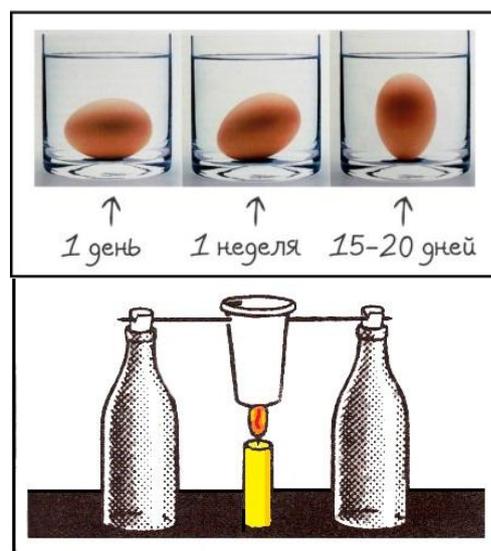
Почему так происходит?

Один семиклассник ☺ про это сказал: «Корабли плавают благодаря Архимеду, а тонут из-за Ньютона». В его словах есть доля истины: тела плавают, если выталкивающая сила уравновешивает силу тяжести (а средняя плотность тела равна плотности жидкости); всплывают, если выталкивающая сила больше силы тяжести (а плотность тела меньше плотности жидкости); тонут, если выталкивающая сила меньше силы тяжести (а плотность тела больше плотности жидкости). Выходит, что при превращении свежего яйца в тухлое, уменьшается его плотность!?!...

Плотность, как известно, равна отношению массы тела к его объёму. Одно из двух: или уменьшается масса яйца или увеличивается его объём. Скорее всего, первое. Так и есть: в результате химической реакции гниения выделяется сероводород ( $H_2S$ ), который постепенно выходит из яйца наружу через поры в его скорлупе. Неслучайно, «от одного тухлого яйца семеро мужиков бежало».

А теперь приготовим яичко. Сварим его, но используем для этого какой-нибудь оригинальный способ. Как вы думаете, можно ли сварить яйцо не в обычной кастрюле, а в бумажной?

Начнём с простейшего опыта с водой в бумажном стаканчике над пламенем свечи. Убеждаемся: вода



<sup>1</sup> Знакомый армянин с нами не согласился: «Раньше было фсо и парвой свежести!»

<sup>2</sup> Задача для учёных – если не воссоздать это промежуточное звено, то обнаружить его в ископаемых остатках.

<sup>3</sup> Интересно, получится ли это у Вас?

закипает, а бумага не сгорает.

Дальше – больше. Из картонной упаковки для напитков отрезем нижнюю часть и получим бумажную кастрюлю, для нагрева которой воспользуемся газовой горелкой.

Процесс продолжительный и присутствующим есть о чём подумать (да скороспелые комментарики знакомого семиклассника выслушать):

- сколько минут будет вариться одно яйцо, если пять яиц варятся пять минут?..  
☺: «Простая арифметика!?!..»
- изменится ли время приготовления яйца в кипящей воде, если увеличить мощность нагревателя?..  
☺: «Мощность – это быстрота совершения работы...»
- почему солёная вода предотвращает лопанье яичной скорлупы?..  
☺: «Соль повышает плотность воды и увеличивает выталкивающую силу. После этого яйца в бурлящей воде перестают биться о дно...»
- зачем яйца после варки сразу обливают холодной водой?..  
☺: «По этому поводу нам учитель что-то рассказывал о разных коэффициентах теплового расширения у скорлупы и белка...

Без понимания сути происходящего – не разобраться! (Тем, кто не успел осмыслить яичные вопросы – будет, о чём подумать на досуге).

Тем временем, вода в бумажной кастрюле закипает. Удивительно! Стойкость посуды достойна не только восторга, но и понимания.

Всё дело в спасительной воде, обладающей очень хорошей теплопроводностью и большой теплоёмкостью. Жидкость забрала все излишки тепла, поступающие от горелки к бумаге. Бумажная кастрюля не могла нагреться выше температуры кипящей в ней воды, а она, как известно, при нормальном атмосферном давлении равна 100°C. При таких низких температурах бумага не горит!

Яйцо полно парадоксов: большинство тел при нагреве привычно размягчается, превращаясь в жидкость, а его содержимое – твердеет. Достанем яйцо из кипятка. Сварились ли оно? На тарелке лежат два, внешне одинаковых яйца: варёное и сырое (контрольное). Можно ли, не разбивая скорлупы и не просвечивая их, определить, где какое?

Закрутим каждое из них на гладком столе (тарелке) и увидим качественное различие: одно вращается хорошо, другое – плохо. Почему так?

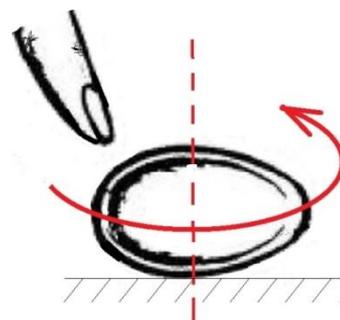
Варёное яйцо («крутое») вращается уверенно, как единое целое. «Сырое» раскручивается плохо, скорлупа тормозится его жидким и инертным содержимым.

Попробуйте провести следующий эксперимент: на мгновение коснитесь пальцем вращающихся яиц. Крутое тут же остановится, а сырое лишь чуть притормозит. Скорлупа сырого яйца вновь вовлекается во вращение движущимся жидким содержимым.

«Он яйца на носок не поставит» – такого не скажешь о знаменитом путешественнике Колумбе. Рассказывают, как однажды он предложил своим гостям поставить яйцо вертикально, и те не смогли справиться с заданием. Тогда он ударил яйцом о стол – скорлупа на остром конце смялась, и яйцо осталось стоять на столе. Не аплодировал лишь один человек – физик. А чему восхищаться? Колумб не справился с заданием! Он поставил не яйцо, а тело изменённой формы – разбитое яйцо. А это не одно и то же. Тем ни менее, выражение «колумбово яйцо» вошло в обиход как символ неожиданно простого решения проблемы.

Давайте корректно решим историческую задачу. Сильно раскрутим крутое яйцо двумя руками, как волчок. При этом оно встанет на свой кончик, а его центр тяжести приподнимется. Аплодируют все! Школьная физика этот феномен не объясняет, так что у вас всё самое интересное впереди...

Но можно ли поставить сырое яйцо? Известно несколько способов.



Первый: поставить яйцо в вертикальном положении на щепотку соли, а её видимые остатки убрать кисточкой или дуновением.

Второй: мелкой шкуркой подравнять нижнюю часть яичной скорлупы, превратив точку касания в небольшую площадку.

Третий: предварительно потрясти яйцо, чтобы воздушный мешок внутри лопнул и центр тяжести содержимого сместился вниз, а устойчивость повысилась.

В одной из экваториальных стран туристам предлагается популярное развлечение – на линии экватора вертикально устанавливать яйцо на шляпку гвоздя. На память – сертификат «яйцеустановщика».

Несмотря на шутливую атмосферу, при постановке яйца на гвоздь возникает закономерный вопрос: при чем тут экватор? Заверим вас, яйцо можно установить в любом месте! Интересно, что с подобным «ритуалом» связано много всяких заблуждений. Например, существует забавный миф, что яйцо можно поставить вертикально только в дни весеннего и осеннего равноденствия. И это действительно так, но с существенной поправкой: яйцо можно поставить вертикально и во все остальные дни года! Не поверишь, пока не проверишь...

Помните детскую сказочку о том, как курочка на радость дедке и бабке снесла яичко, да не простое, а золотое... Но «умерла та курица, что несла золотые яйца», поэтому наше продолжение – о яйце серебряном.

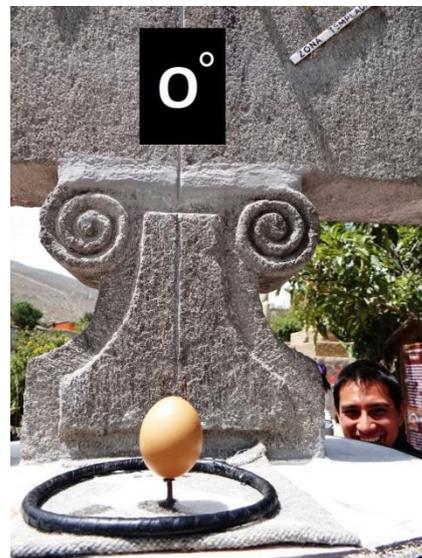
Закоптим белое яйцо в пламени свечи, а когда оно станет со всех сторон чёрным, поместим его в прозрачный сосуд с водой. В воде яйцо обретёт зеркально-серебристую скорлупу!

Мы наблюдаем простой оптический эффект. При копчении скорлупа покрывается тонким слоем сажи, которая не смачивается водой. При погружении в воду, яйцо как бы «облачается» в тонкую воздушную оболочку, именно она преломляет свет и создаёт видимость зеркальной поверхности. Это – полное внутреннее отражение.

«Ему дай яичко, да ещё и облупленное» – сказано о причудах. Начинаем чудить и бить яйца, размышляя над парадоксом: отчего яичная скорлупа не ломается под тяжестью тела наседки, но уступает усилиям птенца, выбирающегося наружу?

Проведём следственный эксперимент – попробуем раздавить яйцо одной рукой. Яйцо возьмём сырое, без трещин и расположим в ладони так, как показано на фото. Чтобы избежать нежелательных последствий, воспользуемся полиэтиленовым пакетом. К всеобщему удивлению, яйцо остаётся в целости и сохранности<sup>4</sup>! Основная причина – равномерное распределение сил по выпуклой поверхности (эффект арки).

В стране Лилипутия, по словам Джонатана Свифта, закон повелевает: скорлупу яиц следует разбивать с острого конца, для чего есть очень веские основания (см. первоисточник). С теми, кто придерживается иного мнения, нещадно воюют. Сегодня выражение «вражда между тупоко-



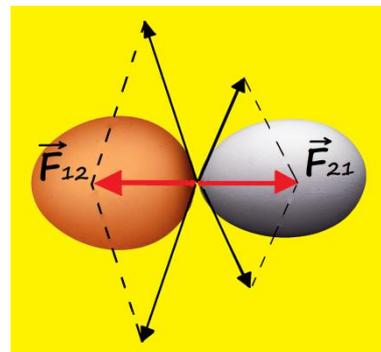
<sup>4</sup> Яйца, купленные в магазине, в отличие от деревенских, увы, далеко не всегда позволяют себя сдавливать в руке, при этом оставаясь целыми. Но если их зажать между двух рук, сложенных в замок (тупой и острый конец яйца упрутся в ладони) – осечки не бывает.

нечниками и остроконечниками» означает всякое бессмысленное противоборство на идеологической почве.

«Дорого яичко к светлому празднику». Битьё яиц, также известное как битки, традиционная пасхальная игра. Правила просты: два игрока держат в руках по куриному яйцу, сваренному вкрутую, и бьют их друг о друга острыми концами, намереваясь разбить чужое, не разбив при этом своё. Битьё яиц практиковалось в Европе уже во времена Средневековья, а мировые чемпионаты проводятся в Англии ежегодно с 1983 года.

«Будет цело, как битое яйцо» – что бы это значило?..

Но главное в деле разбиения, конечно, стратегия. С одной стороны «как аукнется, так и откликнется» ( $F_{12} = F_{21}$ , согласно III закону Ньютона), а с другой – хоть силы взаимодействия и равны, но приложены они к разным телам. Со стороны тупого конца силы упругости больше. Побеждает то, что с меньшим радиусом кривизны. Попробуйте столкнуть яйца острым и тупым концами. То-то же. (А теперь самостоятельно подведите физику под народную мудрость «яйцу камня не разбить».) Остаётся освоить ещё пару-тройку хитростей и можно отправляться на чемпионат!



Продолжим сражение: имеются два одинаковых яйца, одно из которых находится в покое, а другое движется ему навстречу. Какое победит?

Большинство предсказывает победу движущегося яйца, ведь: оно обладает кинетической энергией. А «энергия» это что? Способность к совершению работы! Ещё один аргумент в пользу движущегося яйца – при торможении его содержимое продолжает движение по инерции и препятствует смятию скорлупы. Но есть и противоположные мнения. Галилео Галилей предлагает вспомнить, сформулированный им принцип относительности механического движения. «Какое яйцо движется, а какое покоится?» – вопрос, не имеющий смысла без указания системы отсчёта, а её можно выбрать где угодно (была бы только инерциальной).

А теперь «яйцо налицо»: очистим, сваренное вкрутую яйцо, и поставим его вертикально на широкогорлую стеклянную бутылку (графин). Убедимся, что яйцо не проваливается внутрь, а чуть-чуть входит в него. Опустим в сосуд горящую бумагу и вновь поставим яйцо на горлышко. Через некоторое время бутылка втянет в себя яйцо. Почему?..



Кое-кто считает, что при сгорании кислорода образуется затягивающая в себя пустота... Но это не так, кислород не исчезает, он превращается в углекислый газ! Попробуйте заменить огонь горячей водой: ополосните бутылку кипятком. Тот же эффект.

Вы, очевидно, догадались, в чём дело. При нагреве воздух внутри бутылки расширяется и частично выходит наружу. После того, как бутылка закрывается, оставшийся в ней воздух, постепенно остывает, его давление становится меньше атмосферного, и яйцо засасывается внутрь. «Чпок!» – проявляет себя разница давлений.

У всех участников действия возникает закономерный вопрос: как в целости и сохранности извлечь яйцо обратно?

«Говорят, что в Москве кур доят, а к нам привезут, они только яйца несут». А ещё москвичи нагревают бутылочные горлышки, те расширяются, и яйца из них выпадают наружу...

А у вас как?..

Наш первый вариант для понижения давления снаружи бутылки предусматривает использование дополнительного реквизита: трёхлитровой банки, бумаги, спичек и пластилина. Но

действительно красивый способ (второй вариант) «*выеденного яйца не стоит*» (требует минимум средств) – одного «интеллектуального» дуновения (с пониманием – куда и как)<sup>5</sup>.



Чтобы не заканчивать яичную историю (тема-то безгранична) предлагаем вам на прощание предсказать судьбу крутого и сырого яйца, по которым стреляют из мелкокалиберной винтовки (или пневматического оружия с достаточно большой начальной скоростью пули).

В качестве альтернативы разбиению можно охладить яичную скорлупу в жидком азоте, засветить ультрафиолетом и после этого узреть в темноте её загадочное послесвечение – люминесценцию...

Подобных вариаций не счесть, но, несомненно, одно – ради истины и науки предстоит разбить не одно «яйцо».

14.07.20

---

<sup>5</sup> Переверните бутылку кверху доньшком и...