

Конкурс имени А.П.Савина «Математика 6–8»

Мы завершаем очередной конкурс по решению математических задач для учащихся 6–8 классов. Решения задач высылайте в течение месяца после получения этого номера журнала по адресу: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64-А, «Квант» или по электронному адресу: math@kvantjournal.ru (с пометкой «Конкурс «Математика 6–8»). Не забудьте указать имя, класс и домашний адрес.

Как и прежде, мы приветствуем участие в конкурсе не только отдельных школьников, но и математических кружков. Руководителей кружков просим указать электронный адрес или контактный телефон. По традиции, кружки-победители заочного конкурса приглашаются на финальный очный турнир.

16. У продавца есть гвоздики: 30 белых, 20 розовых и 15 красных. Он продает букеты по 5 гвоздик, причем в каждом есть гвоздики всех трех цветов, но букеты могут отличаться. Какое наибольшее число букетов он сможет продать?

А.Ковальджи

17. В учебнике биологии написано, что каждый волос на голове у человека живет примерно 1500 дней, а потом выпадает. Каждый день выпадает примерно 100 волос и столько же появляется новых. Как по этим данным определить число волос на голове у человека?

А.Ковальджи

18. При каком наибольшем значении N на шахматной доске можно расставить N ладей, N слонов и N коней так, чтобы никакая фигура не была никакой другой?

В.Рузанов

19. Восемьдесят гирек массами 1 г, 2 г, ..., 80 г разложили на две чашки весов так, что весы показали

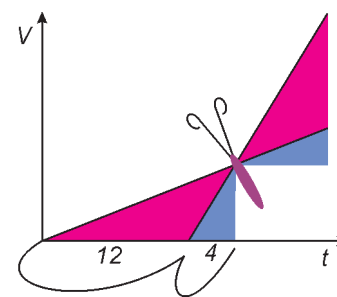
равновесие. Оказалось, что любые две гирьки с суммой масс 81 г лежат на разных чашках и любые две гирьки с разностью масс 10 г также лежат на разных чашках. Затем с чашек убрали все гирьки массой более 40 г. Докажите, что равновесие сохранится.

В.Произволов

20. Во время большой перемены кто-то из ребят разрисовал график на доске так, что получилась бабочка. А учитель посмотрел на доску и сказал:

— Смотрите, ребята, у нас появилась отличная задача: в левом крыле бабочки красного в три раза больше, чем синего. А во сколько раз в правом крыле красного больше, чем синего?

Е.Соколов



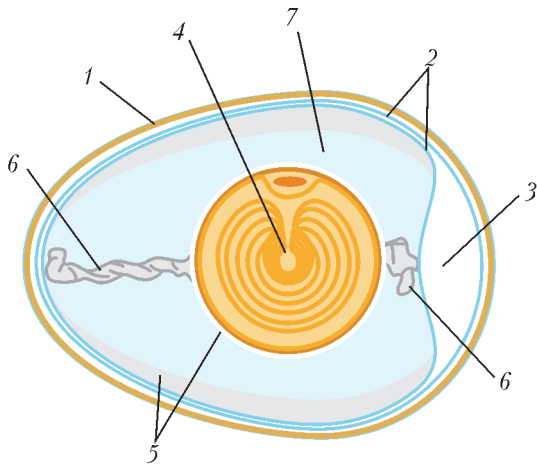
Физика невыведенного яйца

В.КОТОВ

ОБЫЧНОЕ ЯЙЦО ИМЕЕТ ОТНЮДЬ НЕ ПРОСТОЕ СТРОЕНИЕ — оно содержит все необходимое для развития живого организма. Его оболочка оберегает содержимое от механических воздействий, предохраняет от микробов, избирательно и в нужном направлении пропускает воду и газы, необходимые для дыхания зародыша, регулирует тепловой режим. Оболочка состоит из скорлупы и двух белковых подскорлупных оболочек. Сама скорлупа — это, в свою очередь, многослойная конструкция со строго определенными свойствами каждого из слоев. Предварительное напряжение, придающее скорлупе дополнительную прочность, обеспечивается натяжением тонкой эластичной пленки ее внутреннего плетеного слоя.

Скорлупа состоит, главным образом, из кальцита — кристаллов карбоната кальция. Снаружи скорлупа





Строение куриного яйца: 1 – скорлупа, 2 – подскорлупные оболочки, 3 – воздушная камера «пуга», 4 – желток, 5 – внутренний и наружный слои жидкого белка, 6 – упругие жгуты «халазы», 7 – густой белок

покрыта тонкой кожицей (кутикулой), которая образуется непосредственно перед откладыванием яйца. Верхний известковый слой состоит из тесно прижатых друг к другу столбчатых кристаллов карбоната кальция. Следующий слой образован коническими кристаллами карбоната кальция, скрепленными белковыми мостиками. Газообмен происходит через микроскопические поры между кристаллами кальцита, неплотно прилегающими друг к другу. Подскорлупные оболочки являются биологическими мембранами, обладающими избирательным пропусканием влаги и газов. А упругое удлинение оболочек (без разрыва) может достигать их линейных размеров.

Как определить, свежее ли яйцо? Один из рецептов ответа на этот вопрос, взятый из книги полезных советов, основан на уменьшении плотности яйца при его хранении. В 20%-м солевом растворе 1–2-дневное куриное яйцо опускается на дно, 3-дневное плавает внутри раствора, более чем 5-дневное – всплывает. Причем в последнем случае чем больше «возраст», тем меньше плотность и объем погруженной в раствор части яйца (в соответствии с законом Архимеда).

Чтобы получить более конкретную информацию, можно несколько видоизменить опыт. Если приготовить раствор с концентрацией соли, убывающей от дна к поверхности, проградуйровав его с помощью ареометра или яиц с известным сроком хранения, то яйцо в таком растворе будет плавать в том слое, плотность которого совпадает с плотностью яйца, что позволит более точно оценить его свежесть. А чтобы приготовить такой раствор, нужно поступить так. Разведите солевые растворы, начав с 40%-го, с уменьшением концентрации соли, каждый в отдельном стакане. Измерьте их плотность и подкрасьте для наглядности йодом или марганцовкой через один. На дно литровой банки или пластиковой бутылки без горлышка налейте слой раствора с максимальной плотностью. Теперь осторожно наливайте по поверхности ложки или ножа, держа их наклонно, один за другим слои раствора с плотностью, ступенчато убывающей от дна к поверхности. Заметим, что такая слоистая структура недолговеч-

на из-за диффузии, поэтому ее нужно готовить непосредственно перед опытом.

Почему же плотность яйца при хранении уменьшается и почему в нем не задыхается зародыш? Мы уже отмечали, что скорлупа и лежащие под ней две подскорлупные оболочки проницаемы для газов – через них дышит зародыш. Для его жизни важно поступление кислорода и удаление продуктов расщепления жиров желтка, из которых в результате обмена веществ образуется углекислый газ и вода. Эта вода испаряется вместе с водой, из которой на 75% состоит яйцо. В результате при хранении содержимое яйца усыхает, воздушная камера у его тупого конца увеличивается, вес яйца и его плотность уменьшаются.

Зачем яйцу куполообразная оболочка? Прочность любой конструкции зависит от соответствия ее формы и прочностных характеристик образующего материала. В случае известки, которая хорошо противостоит сжатию и легко разрушается при растяжении, наиболее прочными при внешних воздействиях являются конструкции сводчатой и куполообразной формы. В них под действием собственного веса и осесимметричных внешних нагрузок в меридиональном направлении возникают только сжимающие напряжения, а кольцевые меняются от сжимающих в верхней части купола до растягивающих в нижней. Следовательно, обсуждаемая форма яйца возникла не случайно, а является оптимальной и надежно ограждает содержимое яйца от внешних воздействий.

Как мы видим, природа сделала все возможное, чтобы известковая скорлупа успешно сохраняла свою целостность, служа надежной защитой зародышу. Но наступает момент, когда в защите он больше не нуждается, и оболочка должна быть легко разрушена. Птенцу, проклевывающему скорлупу изнутри, для ее разрушения нужно подействовать сравнительно небольшой силой, ибо при этом материал скорлупы подвергается растяжению под действием значительно больших по величине сил и быстро разрушается.

Как правильно хранить яйца? Хранить яйца длительное время рекомендуется в вертикальном положении острым концом вниз. Такое положение создает лучшие условия для сохранности желтка, в котором сконцентрированы основные питательные вещества. Действительно, сохранность желтка зависит от его удаления от стенок, через которые возможно попадание бактерий. В центре яйца также оптимальны условия для безопасного водо- и газообмена с окружающей средой. Желток, который легче белка (весь жир яйца содержится в желтке и составляет 32,6% его веса), стремится всплыть, как поплавок, и его удерживают в центре яйца упругие жгуты – халазы. Они как бы подвешивают желток в белке, но позволяют ему вращаться. При длительном хранении воздушная камера увеличивается, а напряжение закрепленного на ее стенке жгута уменьшается. В любом другом положении яйца это привело бы к нежелательному смещению желтка из центра яйца.

Как варить яйца? При варке прогревание белка и желтка, ведущее к сворачиванию протеинов, происхо-

дит постепенно и равномерно от периферии к центру. Жизненный опыт показывает, что для приготовления яйца «вмятку» достаточно варить его на умеренном огне около 3 минут с момента закипания воды. За это время температура внутри яйца достигает 65–73 °С. Время варки «в мешочек» — примерно 5 минут. Верхние слои белка успевают прогреться до 80–85 °С и превращаются в нежный, но сохраняющий форму студень (гель), а внутренние слои прогреваются лишь до 70–75 °С, приобретая консистенцию жидкого студня. При этом желток остается жидким. Время варки «вкрутую» — до 10 минут. Все содержимое яйца, включая желток, прогревается до 85–95 °С, превращаясь в достаточно плотный студень.

Нередко при варке яйца его скорлупа растрескивается. Образование трещин на скорлупе является следствием действия разрушающих напряжений, возникающих при неравномерном прогреве яйца. Например, в случае соприкосновения с горячей водой только части яйца (яйцо плавает на поверхности воды, посуда для варки недостаточно наполнена водой, яйцо медленно погружается в горячую воду). Чем больше разница между начальными температурами яйца и воды (яйцо вынуто из холодильника, а вода бурно кипит), тем вероятнее растрескивание скорлупы. Кроме того, быстрый нагрев ведет к резкому увеличению давления воздуха в яйце, и он, не успевая выйти через поры, разрывает скорлупу. Чтобы избежать этого, скорлупу с тупого конца предварительно прокалывают иглой. Еще один способ бережной варки яиц предусматривает предварительное завертывание их в фольгу. Фольга сглаживает возникающие неравномерности поступления тепла к яйцу и изолирует его от соприкосновения с дном посуды. В отдельных случаях разрыв скорлупы возможен в местах неравномерного теплового расширения свернувшегося белка, распирающего скорлупу изнутри.

Как поступить, если яйцо лопнуло при варке? Как не допустить вытекания белка из него в воду? Известно, что вытекание содержимого яйца можно остановить, добавив в воду соль, поскольку в соляном растворе понижается температура отвердевания белка и трещина закупоривается им. К свертыванию вытекающего белка приводит и добавление в воду уксуса, чем также нередко пользуются хозяйки.

Вареное яйцо или сырое? Для ответа на этот вопрос яйцо закручивают на столе вокруг поперечной оси. Вареное яйцо, представляющее собой внутри твердое сплошное тело, беспрепятственно приводится во вращение, как волчок, и может сделать на столе несколько оборотов. При этом сообщенная яйцу энергия расходуется на преодоление трения о поверхность стола. Сырое же яйцо при закручивании получит меньше энергии, ибо воздействие от пальцев передается скорлупе (1/10 массы яйца, около 4,5 г) и лишь частично — слабо связанным с ней внутренним жидким слоям. На преодоление вязкого трения между ними расходуется большая часть полученной скорлупой энергии. Кроме того, при закручивании шар желтка, составляющий 1/3 массы яйца и не закрепленный

жестко в белке, отбрасывается от оси вращения к скорлупе, что уменьшает скорость вращения яйца. В результате сырое яйцо останавливается, сделав не более 1–2 оборотов.

Если сырое яйцо трудно раскрутить, то и остановить его кратковременной внешней силой тоже нельзя. На этой особенности основан еще один способ выявления сырых и вареных яиц. Раскрученное яйцо на мгновение останавливают, придерживая пальцами, и тотчас отпускают. Вареное яйцо остается неподвижным, а сырое продолжает движение за счет не остановившихся сразу внутренних жидких слоев. (Заметим, что этот способ требует определенной сноровки.)

Задача о колумбовом яйце. Может ли яйцо находиться в равновесии в вертикальном положении на ровной горизонтальной поверхности?

Эта задача связана с именем Христофора Колумба. Согласно историческому анекдоту, в ответ на ироническое замечание, что открытие Америки не представляло большой трудности, Колумб предложил своему собеседнику поставить яйцо на один из его концов. Когда тот не сумел, Колумб взял яйцо, разбил его с одного конца и поставил на стол, сказав, что труда это не представляет. В связи с этим в ряде языков (русский, французский, немецкий) появилось крылатое выражение «колумбово яйцо», употребляемое в значении: неожиданный, смелый выход из затруднения или находчивое решение сложного вопроса.

Существуют и другие варианты решения задачи Колумба. Например, можно, удерживая вареное яйцо вертикально, закрутить его вокруг продольной оси. При быстром вращении оно будет некоторое время сохранять свое положение (благодаря действию закона сохранения момента импульса). Нестандартное решение этой задачи принадлежит известному популяризатору физики Я.И.Перельману. Он предложил сделать отверстия с двух противоположных концов сырого яйца, вылить содержимое и частично заполнить освободившийся объем песком. Центр тяжести яйца понизится, оно станет устойчивее, и для его опрокидывания понадобится большая сила. А можно залить в скорлупу свинец или олово и тем самым понизить центр тяжести яйца настолько, что при попытке наклонить он будет подниматься (условие устойчивого равновесия). Яйцо превратится в «ваньку-встаньку». Если же в пустую скорлупу вставить гвоздь и залить его шляпку воском, ее можно будет удерживать магнитом.

А какие решения задачи Колумба предложите вы, дорогие читатели?

