

# «Необыкновенное куриное яйцо или физика яйца»



Проектная работа  
**СОКОЛОВА БОРИСА**  
ученика 7А класса  
МБОУ СОШ №1

Научный руководитель:  
**Колесникова Татьяна Павловна,**  
учитель физики и математики  
высшей квалификационной категории

- *Необыкновенная феноменальная физика. Именно она способна найти и объяснить причину возникновения тех или иных явлений. Важно научиться наблюдать и понимать повседневные явления природы в окружающем нас мире. Ведь куда удобнее иметь дело с радугами, звукозаписью, вращающимися волчками и мыльными пузырями, если вы понимаете их научную суть. Поистине удивительны, феноменальны успехи физики в объяснении повседневных явлений.*

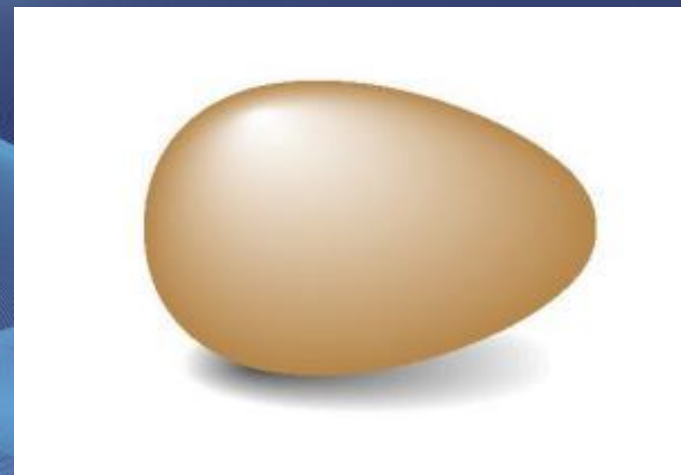
- *(Клиффорд Э. Суорц)*



- Мы давно уже привыкли к окружающей нас действительности. Многие из того, что невозможно было вчера, сегодня стало для нас очевидным. А над объяснением очевидного, то есть явного, бесспорного мы обычно не задумываемся.
- Оказывается, в жизни мы постоянно сталкиваемся с физическими явлениями, даже не подозревая об этом. Каждое утро на завтрак человек должен съесть хотя бы одно яйцо. А что если в качестве предмета для исследования физических явлений и законов взять яйцо?
- В ходе работы мне пришлось столкнуться с силой, давлением и напряжением, тепловым расширением, плотностью, электризацией.



*Сегодня я варил яйцо на завтрак,  
Но лопнуло оно – вот неудача!  
И почему такое с ним бывает?  
Найти б ответ, такая вот задача.  
Ну, что яйцо – простая яйцеклетка,  
А сколько еще тайн, еще секретов.  
Не связано ли все это с предназначением яйца  
Начало жизни дать, началом быть на свете?*





# Физические и биологические основы яиц.

- Что представляет собой обыкновенное куриное яйцо? Масса скорлупы вовсе не представляет собой сплошную броню. Если внимательно посмотреть на нее через обыкновенное увеличительное стекло, то видны многочисленные просветы-дырочки, через которые зародыш яйца дышит, а содержимое яйца таким образом «общается» с внешним миром, и микроорганизмы без труда проникают через эти отверстия с поверхности скорлупы внутрь яйца. Вот почему крайне неверно представление, что яйцо стерильно. И вот почему так важно мыть яйцо, перед тем как его разбивать.



- В тупом конце яйца обычно имеется небольшое «помещение» для воздуха (пуга), особенно хорошо заметное после того, как яйцо сварено вкрутую. Размеры этого «помещения» непостоянны, и оно тем больше, чем старше яйцо. Считается, что в свежем яйце размеры «воздушной камеры» не должны превышать 3 миллиметра, но практически они всегда больше. Теоретически же яйцо с «воздушной камерой» более 5 миллиметров — несвежее. Когда яйцо нагревается, воздух внутри пуги (воздушного мешка) расширившись, начинает давить на скорлупу, стремясь найти выход и угрожая сломать скорлупу. Если же яйцо нагревается очень быстро, этот "предохранительный клапан" со своими обязанностями не справляется, давление внутри яйца сильно повышается, и скорлупа трескается.

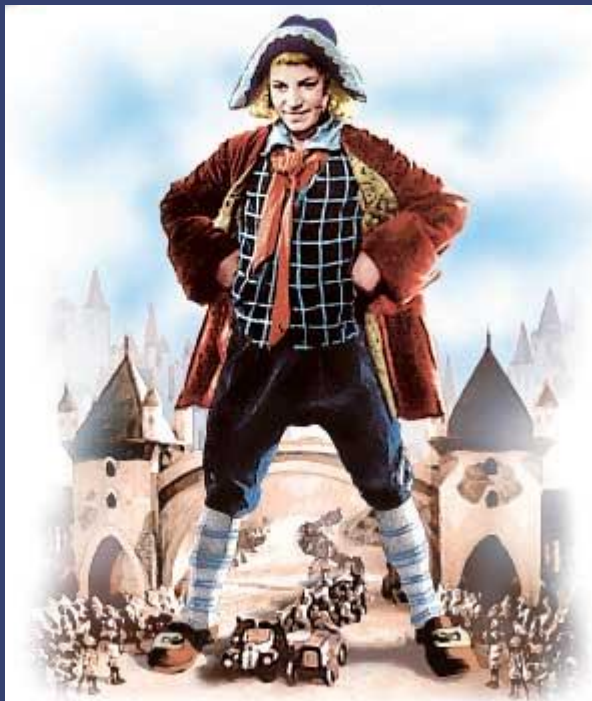
- Воздушная камера облегчает яйцо, поэтому «старые» яйца всегда легче самых свежих независимо от их размеров. Часто бывает, что крупное, но старое яйцо легче маленького, но свежего: ведь в большом и вес скорлупы больше, и воздушное пространство занимает больший объем, следовательно, на полезную жидкость яйца приходится меньше веса, если такое большое яйцо «старое».
- Поэтому нужно проверять яйца на свежесть и качество или с помощью овоскопа (лампового просвечивателя), или с помощью испытания их в слегка подсоленной воде: свежее, хорошее яйцо пойдет ко дну или будет плавать, как подводная лодка, а плохое всплывает.



# Вращение яиц

На столе лежало два яйца. Одно было сырое, другое – варёное. Как узнать, где какое яйцо? Мама предложила мне раскрутить поочерёдно оба яйца. Первое яйцо не захотело вращаться, зато второе вращалось долго. Сырое яйцо никогда не совершит больше двух оборотов, а вот варёное может совершить даже и десять. Происходит это из-за того, что, вращая сырое яйцо, вы, вообще говоря, вращаете только его скорлупу и ближайший к ней слой жидкости внутри яйца. Силы вязкого трения жидкого содержимого оставляют практически неподвижной центральную часть яйца при вращении его скорлупы. А потом, когда мы перестаём вручную закручивать яйцо, оставляя на столе, те же силы вязкого трения сразу начинают тормозить вращение наружных частей жидкости и скорлупы по отношению к центральным. В результате под действием сил вязкого трения и трения скольжения между яйцом и столом яйцо останавливается, сделав не более двух оборотов. В варёном же яйце под скорлупой находится твёрдый гель, и когда мы отпускаем закрученное варёное яйцо, оно движется целиком, а тормозят его вращение только силы трения скольжения о стол. Поэтому и вращается варёное яйцо дольше сырого.





# «Столкновение» яиц. Закон механики твёрдых тел

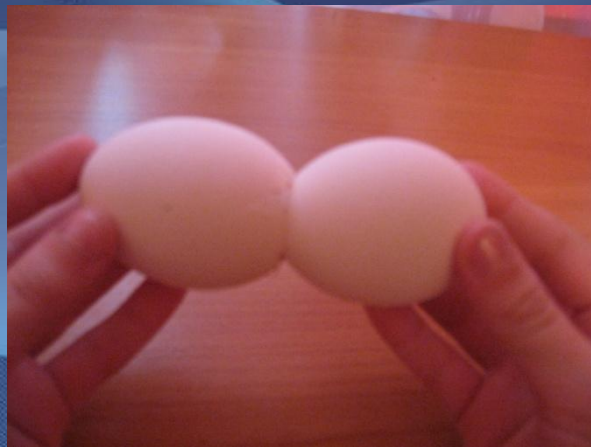
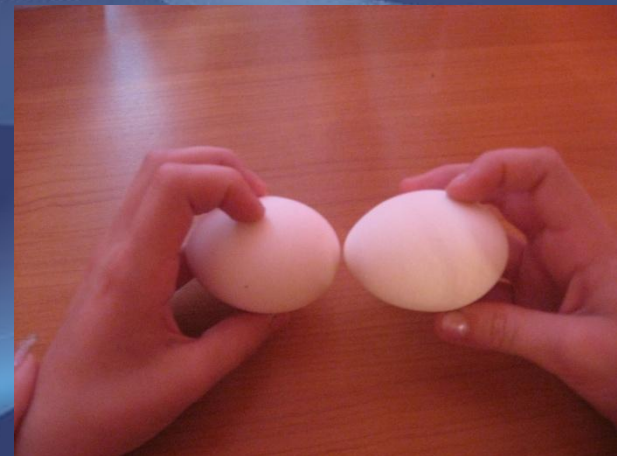
- В книге Д. Дефо «Путешествия Гулливера», описывается причина раздора между Лилипутией и империей Влефуску. Этой причиной был указ императора Лилипутии, предписывающий всем его подданным под страхом смертной казни разбивать яйца с острого конца.

Сам Гулливер полагал, что выбор конца, с которого следует разбивать яйцо,— дело хозяйское. С какого хочешь — с того и разбивай. Но все-таки: с какого конца яйцо легче разбить? Как правильно поступать: нападать на противника, или ждать нападения самому, выбрать большое яйцо или маленькое, держать его острым или тупым концом к противнику? Вот основные вопросы стратегии и тактики в таком сражении.

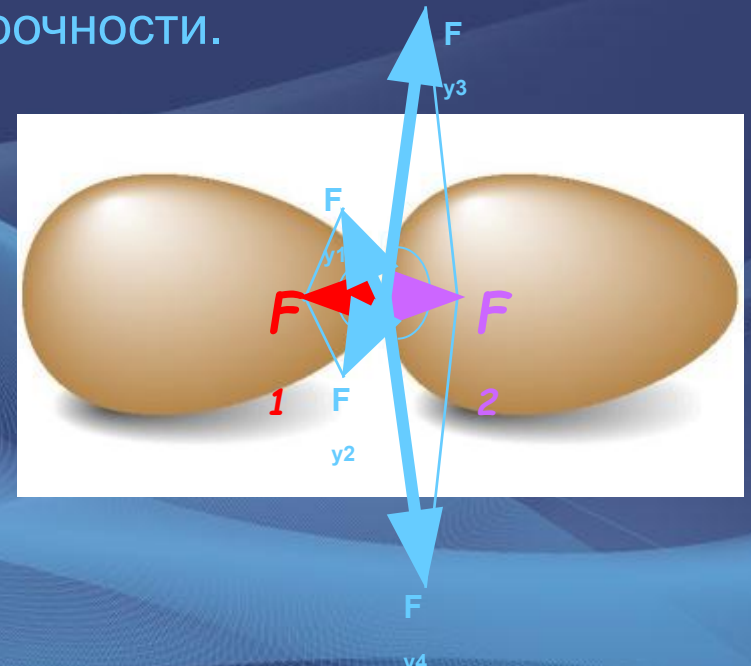


# «Столкновение» яиц. Закон механики твёрдых тел

- Рассмотрим теперь сам процесс столкновения двух яиц. Для этого мама сварила несколько яиц, чтобы я смог проверить, как надо ударять, чтобы яйцо быстрее разбилось. После проведенного исследования я сделал вывод, что разбивается быстрее то яйцо, которое ударяют по тупому концу. А как же объяснить это с помощью законов физики?



- Силы  $F_1$  и  $F_2$ , действующие в процессе столкновения со стороны одного яйца на другое, равны по модулю и направлены в противоположные стороны (см. рисунок). Эти силы являются равнодействующими упругих сил, возникающих вдоль границы области соприкосновения скорлуп. Как видно из рисунка, для того чтобы модули сил  $F_1$  и  $F_2$  были равны, напряжения, возникающие в скорлупе второго яйца, должны быть большими по величине, чем в первом, и, следовательно, его скорлупа треснет раньше. Так что, действительно, выгоднее сражаться, держа яйцо острым концом к противнику. Имеется и еще один довод в пользу такой стратегии: в яйце у тупого конца расположен «воздушный мешок», из-за него тупой конец дополнительно теряет в прочности.



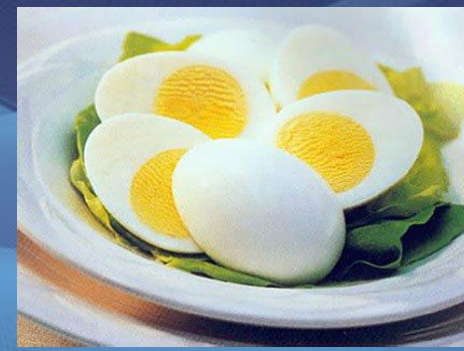
# Статистика результатов

| № опыта | №,№ яиц | Результат столкновения |
|---------|---------|------------------------|
| 1       | 1 и 2   | разбит тупой конец     |
| 2       | 3 и 4   | разбит острый конец    |
| 3       | 5 и 6   | разбит тупой конец     |
| 4       | 7 и 8   | разбит тупой конец     |
| 5       | 9 и 10  | разбит тупой конец     |
| 6       | 11 и 12 | разбит тупой конец     |
| 7       | 13 и 14 | разбит тупой конец     |
| 8       | 15 и 16 | разбит тупой конец     |
| 9       | 17 и 18 | разбит острый конец    |
| 10      | 19 и 20 | разбит тупой конец     |



# Как сварить яйцо? Закон жидкости

- Иногда при варке яйца трескаются и вытекают. А как правильно его сварить, чтобы яйцо не треснуло? Почему опытная хозяйка варит яйцо в подсоленной воде? Треснуть яйцо может по различным причинам. Так, если опустить его холодным в кипящую воду (а именно так обычно и делают для точного определения времени варения), то прогревающаяся в первую очередь скорлупа стремится расширяться, в то время как внутренность яйца еще остается холодной и расширяться не спешит. Возникающие при этом внутренние напряжения могут привести к образованию в скорлупе трещины. Кроме того, при кипении вблизи дна кастрюли возникают вихревые потоки воды, которые могут привести к раскалыванию яйца при ударе его о стенки или дно кастрюли. Наконец, можно легко расколоть яйцо, неаккуратно опустив его в кастрюлю.



- Мы уже знаем о существовании закона Архимеда, сразу же без колебаний можем объяснить необходимость соления воды: «Если в кастрюлю с яйцом сыпать соль ложками, то при достаточном количестве соли, растворившейся в воде, яйцо всплывет, так как плотность соленой воды станет больше плотности яйца. После этого яйцо не будет стучаться о дно и не разобьется».



- Я бы предложил еще свое объяснение: «Наличие соли в воде приводит к увеличению ее теплопроводности, а это способствует более спокойному кипению воды и равномерному обогреву яйца».
- А из биологии я бы отнес влияние соли совсем к другой области явлений: «Присутствие соли в воде приводит к лучшей сворачиваемости белка. Поэтому если яйцо и треснет, то в соленой воде быстро образуется пробка из свернувшегося белка, которая закупорит трещину, и яйцо не вытечет».



# Как легко очистить яйцо?

## Тепловой закон



- Итак, яйцо сварилось. Если вынуть его ложкой из кипятка и быстро, пока оно еще влажное, взять его в руки, то хотя яйцо и горячее, все же удержать его в руках можно. Однако как только яйцо высохнет (а это произойдет очень быстро), удержать его в руке уже будет сложно— очень горячо.
- Очистив яйцо можно увидеть, что скорлупа накрепко прилипла и вырывается только вместе с кусками белка. Этого можно было бы избежать, если бы сразу из кипятка опустили яйцо в холодную воду, после чего оно легко очищается. Дело тут заключается в том, что белок при охлаждении сжимается сильнее, чем скорлупа, вследствие чего он сам отделяется от нее.

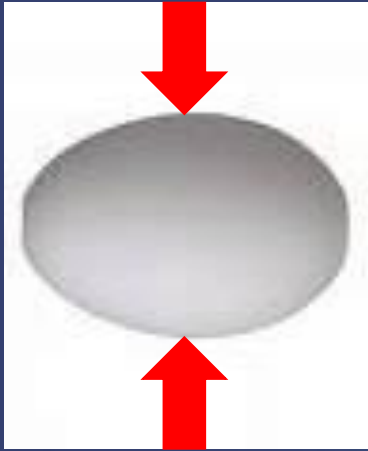


# «Электрическое» яйцо

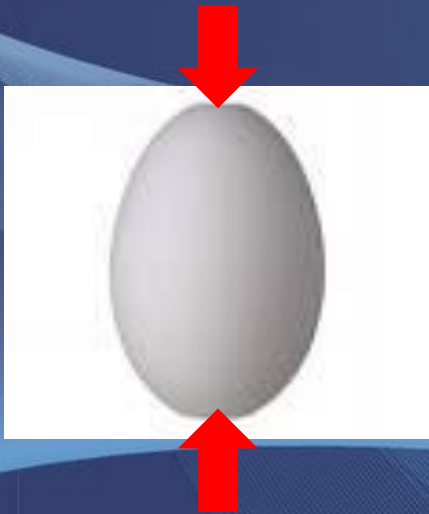
- Пока мы видели, как в свойствах куриного яйца проявляются законы механики твердых тел и жидкостей, а также законы тепловых явлений. А какие электрические явления можно наблюдать с помощью яйца?
- Яйцо — диэлектрик, т.е. плохо проводит электрический ток. Именно это свойство яичной скорлупы и использовал Майкл Фарадей для демонстрации явления электризации.
- Если взять целую пустую скорлупу от яйца, поднести к ней наэлектризованную эбонитовую палочку или обыкновенную пластмассовую расческу, которой только что причесались, то теперь, куда бы ни перемещали палочку или расческу, скорлупа, как собачонка на привязи, неотступно будет следовать за ними.



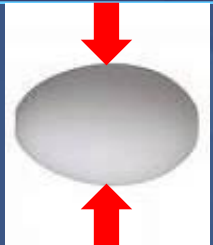
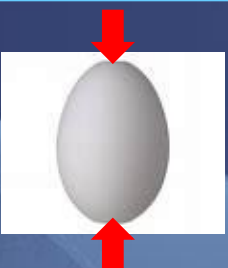
# Прочно ли куриное яйцо?



- Опытным путем можно установить, силу какой величины надо приложить к яйцу, чтобы сломать его.
- Разместим яйцо между двух плоских площадок.
- Будем ставить гири на одну из площадок до тех пор, пока яйцо не расколется. Определим величину силы расколовшей яйцо.

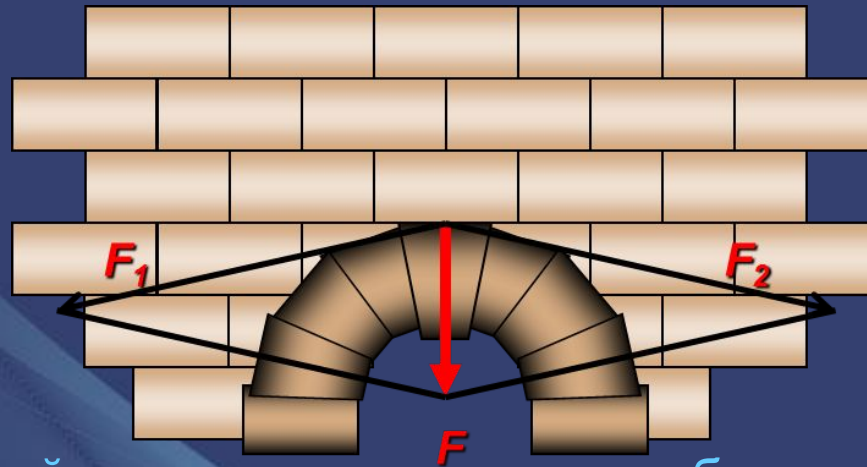


# Полученные результаты:

|  | Опыт 1 | Опыт 2 | Опыт 3 | Опыт 4 | Опыт 5 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 2 кг   | 3,1 кг | 2,1 кг | 2,8 кг | 2,2 кг |
|  | 4,9 кг | 5,9 кг | 5,1 кг | 5,5 кг | 4,6 кг |

# Яйцевидные формы в архитектуре

- Рассмотрим конструкцию свода напоминающую по форме яйцо.



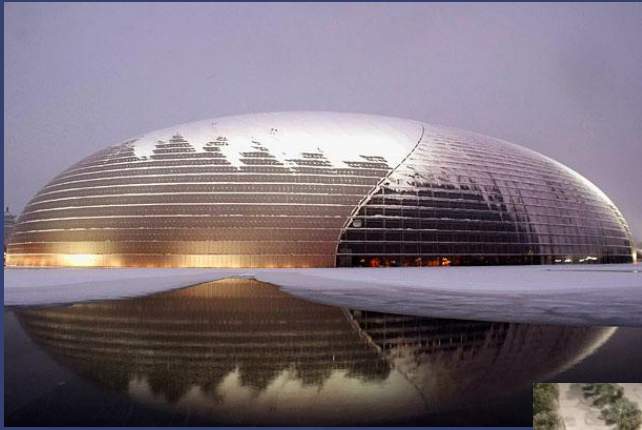
- Вес вышележащей кладки давит на клинообразный средний камень свода с силой  $F$ . Вес вышележащей кладки давит на клинообразный средний камень свода с силой  $F$ . Сила  $F$  (по правилу параллелограмма) раскладывается на две силы  $F_1$  и  $F_2$ , которые уравновешиваются сопротивлением прилегающих камней. Таким образом, сила, давящая на свод снаружи, не может его разрушить. Зато клинообразная форма камней несколько не препятствует движению камней наружу, т. е. свод сравнительно легко можно разрушить изнутри.



# Яйцевидные конструкции в архитектуре



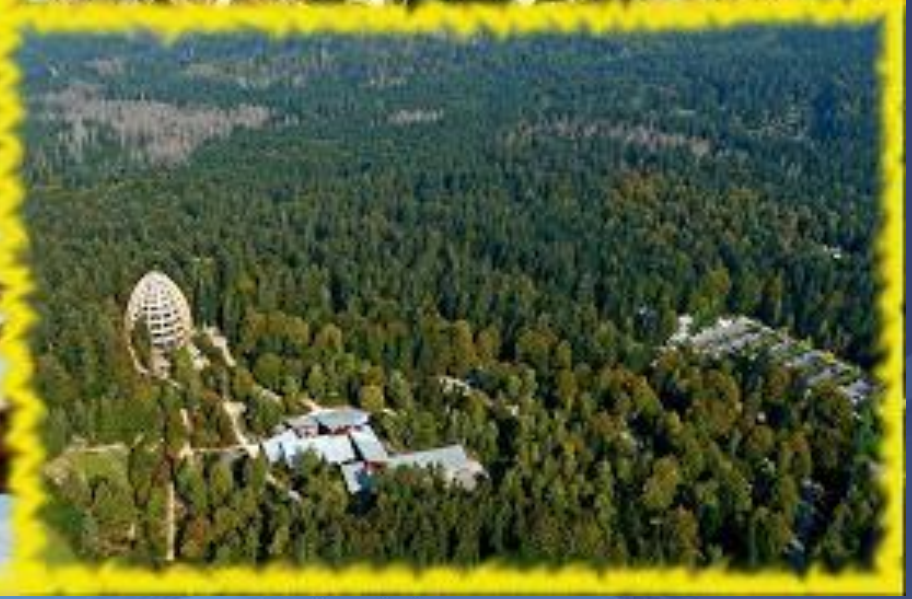




ASHUI.com

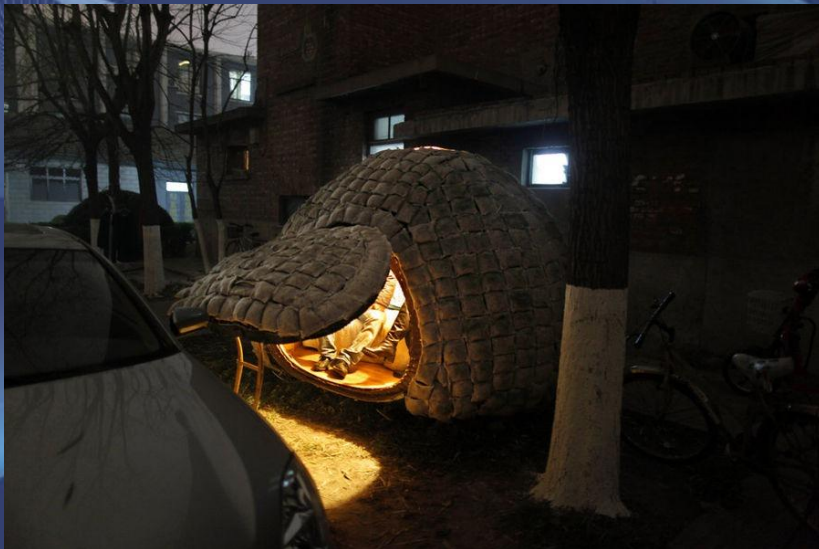








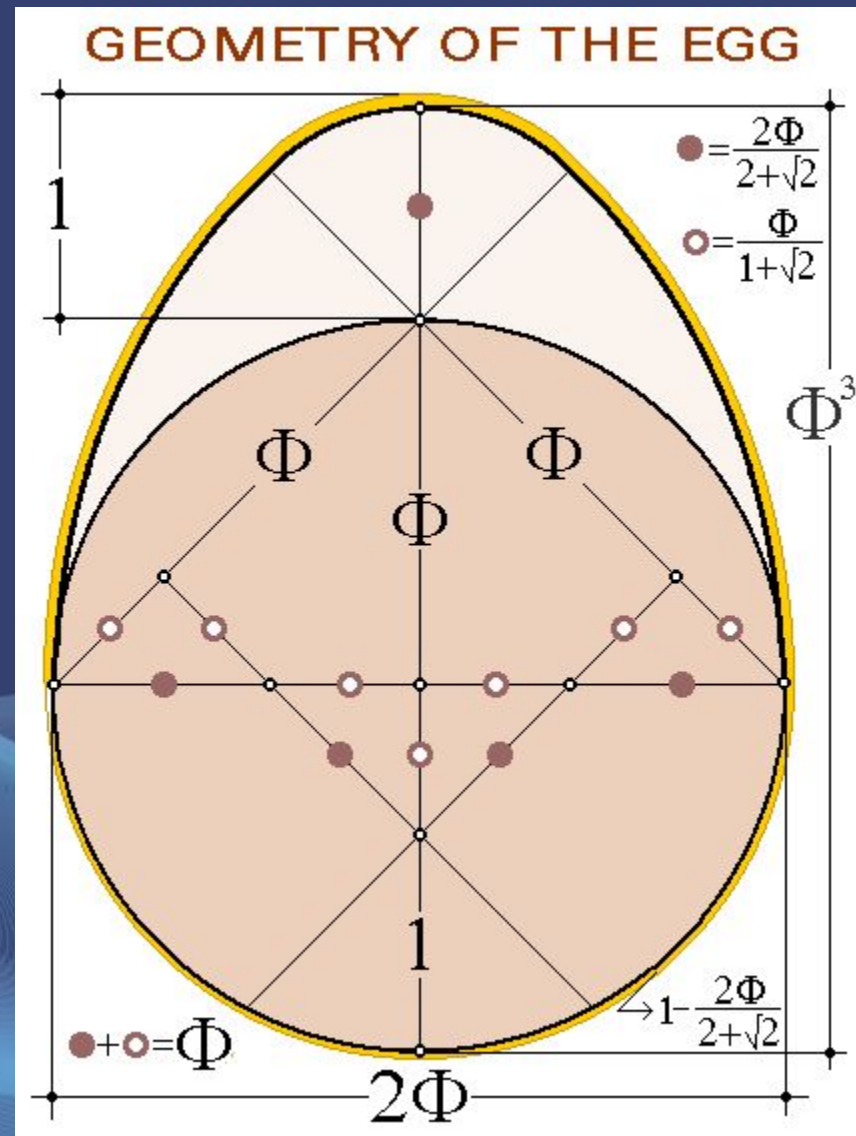
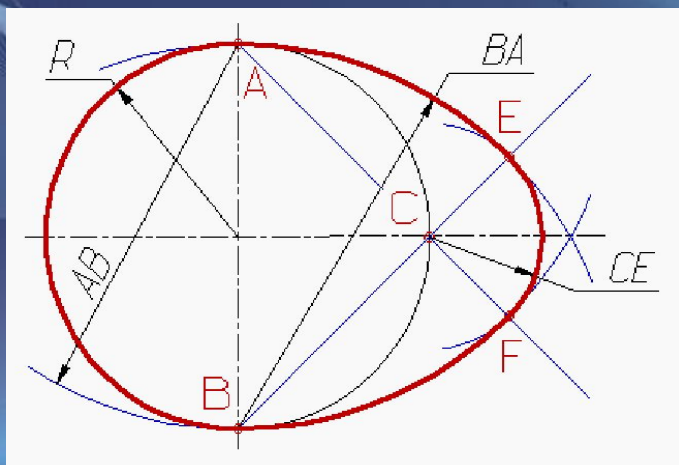
Китайские дивные изобретения от местных мастеровых. Яйцевидный мобильный дом недалеко от офисного здания, где работает его изобретатель Дай Хайфей,



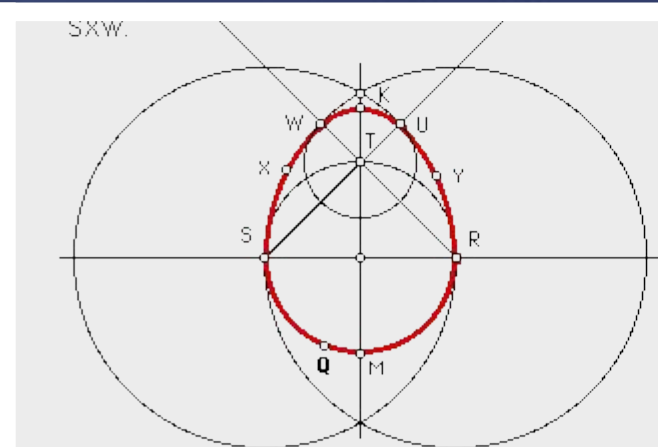
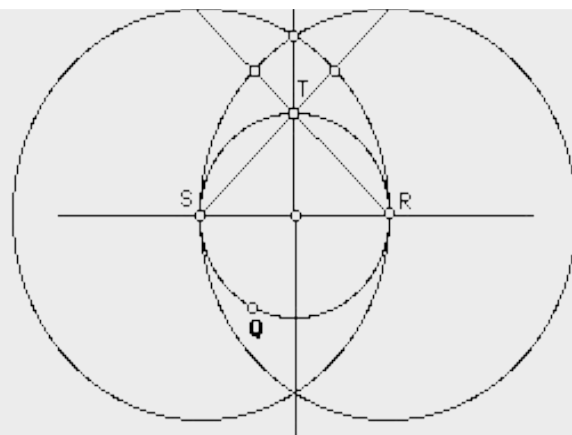
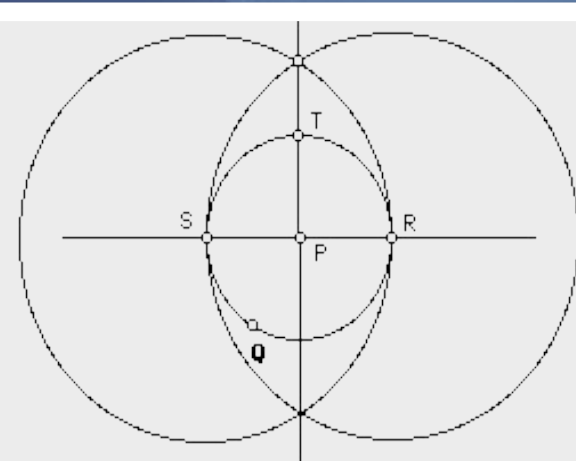
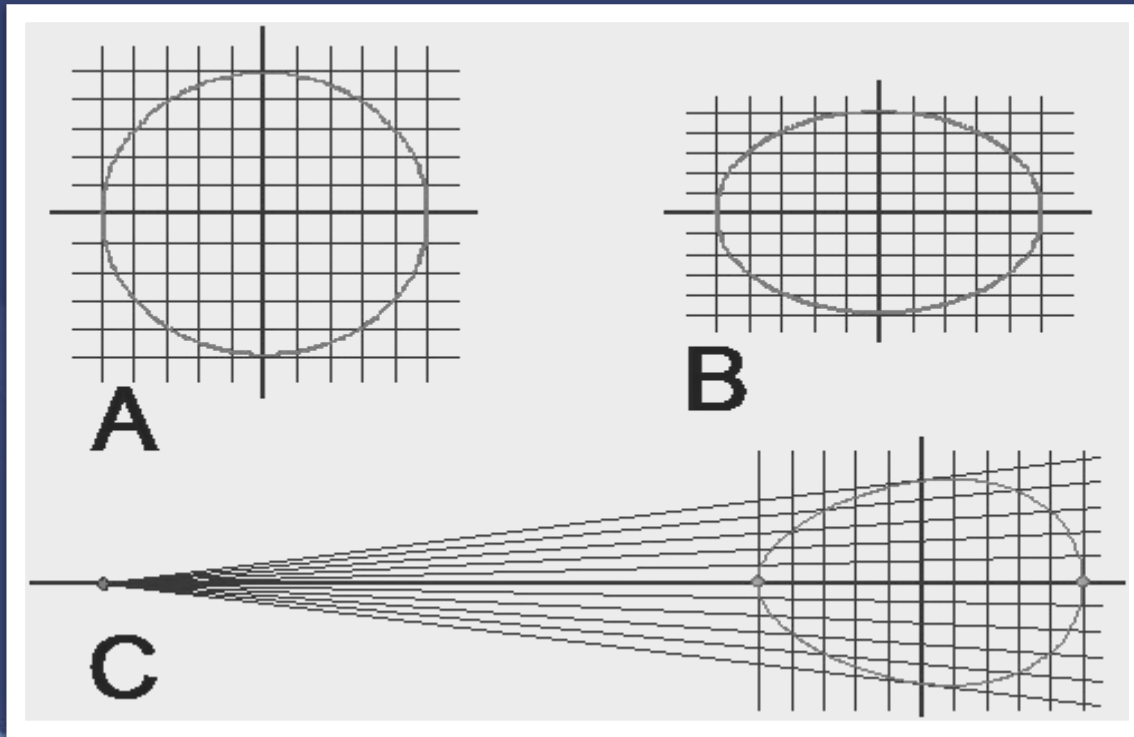


# Геометрия яйца

Яйцо есть тело вращения, овоид. **Овоид** (лат. *ovum* — яйцо — яйцо + греч. *είδος* — подобный) — замкнутая гладкая выпуклая кривая) — замкнутая гладкая выпуклая кривая, имеющая только одну ось симметрии. «Овоидной» также называют форму пространственного тела, полученного вращением плоского овоида вокруг оси симметрии (синоним «яйцевидная»).



# Способы построения овоида



# Заключение

- Пытливому и наблюдательному человеку в самых простых вещах может открыться много новых и сложных явлений. Поэтому я часто удивляюсь окружающему мне миру, задаю вопросы и стремлюсь прежде всего сам отыскивать ответы. Я хочу продолжить свои исследования, так как это увлекательное и полезное занятие поможет мне иначе смотреть на привычные предметы, которые окружают меня.





# Спасибо за внимание

