



О яйце?

или "Всё живое из яйца"

Подготовил: Запорожцев Виктор - 10 класс

Руководитель: Запорожцева Ольга Ивановна -  
учитель физики

Латинское изречение гласит «Omne vivum ex ovo» («Всё живое из яйца»).



Актуальность данной темы в том, что она раскрывает подходы к решению практических задач, которые возникают в быту.

# ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ РАБОТЫ

1. Изучить литературу по теме исследования
2. Изучить строение скорлупы яйца.
3. Определить свойства скорлупы и белка, для того чтобы ответить на вопрос: «Почему яйца не ломаются под курицей наседкой?»
4. Разобрать с точки зрения физики: «Почему необходимо класть только что сваренное яйцо в холодную воду?».
5. Изучить действие осмотического давления на яйцо.
6. Определить массу, плотность, прочность яйца.

# ПОЧЕМУ ЯЙЦА НЕ ЛОМАЮТСЯ ПОД КУРИЦЕЙ - НАСЕДКОЙ?

Обратимся к закону Лапласа, который описывает, как зависит **напряжение  $T$**  в искривлённой части скорлупы от **внешнего давления  $P$**  и **радиуса кривизны её поверхности  $R$** :

**$T=P*R$**  - для цилиндрической поверхности

**$T=P*R/2$**  - для сферической поверхности

В **середине яйца**, где поверхность близка к цилиндрической, **внешнее давление** вызывает напряжение скорлупы, по крайней мере, **в два раза большее**, чем в случае, когда такое же давление действует на «сферические» **концы яйца**



**СЛЕДСТВИЕ ИЗ ЗАКОНА ЛАПЛАСА:** острый  
конец яйца, имеющий меньший радиус  
кривизны, гораздо более прочен, чем тупой

Сломать сырое яйцо, прикладывая  
к нему силу между тупым и острым  
его концами, гораздо труднее,  
чем, сжимая его с боков



Оказывается, все яйца в  
кладке лежат острым  
концом вверх !!!



# КАК ОТЛИЧИТЬ СЫРОЕ ЯЙЦО ОТ ВАРЕНОГО?

## Раскрутить

Вареное яйцо будет вращаться энергичней и равномерней, нежели чем сырое



ОБЪЯСНЕНИЯ: Круто сваренное яйцо вращается как сплошное целое. В сыром же яйце жидкое его содержимое, не сразу получая вращательное движение, задерживает вследствие своей инерции движение твердой оболочки, оно играет роль тормоза

## Взвесить

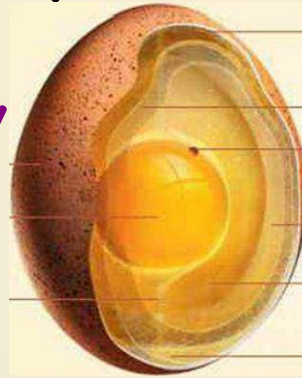
Вареное яйцо будет на несколько граммов тяжелее сырого, т.к. во время варки плотность яйца увеличивается



# ИНТЕРЕСНО, НО ФАКТ

Вареные и сырые яйца различно относятся также и к остановке вращения.

Если к вращающемуся вареному яйцу прикоснуться пальцем, оно останавливается сразу



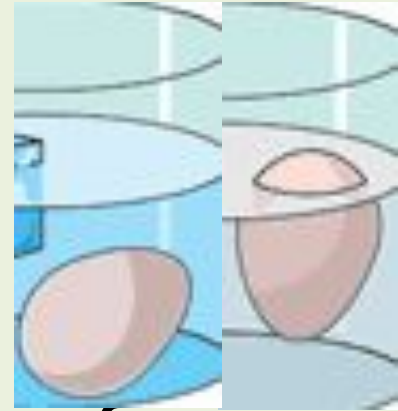
Сырое же яйцо, остановившись на мгновение, будет после отнятия руки еще **немного** вращаться.



**ОБЪЯСНЕНИЯ:** Происходит это опять-таки вследствие **инерции**: внутренняя **жидкая масса** в сыром яйце еще продолжает двигаться после того, как твердая оболочка пришла в покой; содержимое же вареного яйца останавливается одновременно с остановкой наружной скорлупы

# КАК ОТЛИЧИТЬ ИСПОРЧЕННОЕ ЯЙЦО ОТ СВЕЖЕГО?

1. У несвежего яйца имеется характерный запах
2. В тухлом яйце желток при тряске бьётся о стенки, у свежего - посторонних звуков нет.
3. При раскручивании несвежее яйцо будет долго крутиться, свежее быстро остановится.
4. Испорченные яйца всплывают в воде, а свежие - тонут.
5. Если определять свежесть овоскопом (этот прибор подсвечивает яйца), у тухлых яиц будет большая воздушная камера, тёмный желток.
6. При разбитии свежее яйцо имеет выпуклый желток, несвежее - водянистый белок и плоский желток.
7. Если яйцо сварить, то свежее будет плохо чиститься, а то, что «постарше» — легко.





# КАК ЛЕГЧЕ ОЧИСТИТЬ ВАРЕНОЕ ЯЙЦО?

Чтобы вареное яйцо легко очистилось, надо сразу после варки положить его в холодную воду.

**ОБЪЯСНЕНИЯ:** при резком охлаждении происходит сжатие содержимого яйца и его скорлупы. Однако вещества, из которых «сделаны» эти составляющие, характеризуются различными коэффициентами объёмного расширения  $k$ .

У карбоната кальция  $k_{CaCO_3} = 2.7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

У белка в несколько раз больше, чем воды  $k_{H_2O} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ .

При охлаждении внутренний объём, ограниченный скорлупой, уменьшится на  $0,1 \text{ см}^3$ , а у белка - на  $1,7 \text{ см}^3$

**Вывод:** белку придется ужаться в объёме гораздо больше, чем скорлупе. Поэтому белок, окруженный оболочкой (мембраной), сжимаясь, оторвет оболочку от внутренней поверхности скорлупы. После этого очистка скорлупы уже не проблема.

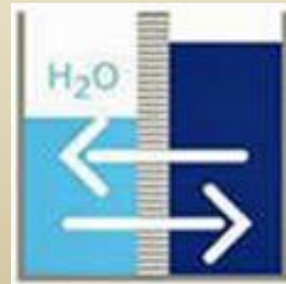
# ДЕЙСТВИЕ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

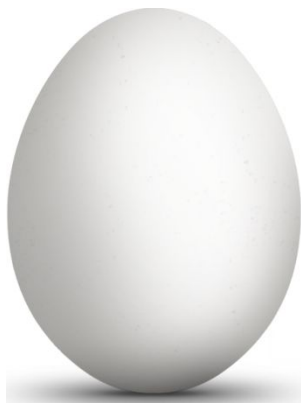
**Осмоз** (проталкивание, давление) — самопроизвольный переход вещества, через полупроницаемую мембрану, отделяющую раствор от чистого растворителя или от раствора меньшей концентрации

\*слева сосуд с дистиллятом,

\*справа - сосуд с концентрированным раствором соли

Через 7 часов мы наблюдаем





# ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА



# 1. «ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ЯЙЦА»

- яйцо с белой скорлупой 55 г,
- яйцо с коричневой скорлупой – 49 г.

Разбил и вылил содержимое в чашку.

Скорлупу взвесил, получил,

то вес скорлупы:

белого цвета – 6 г,  
а с коричневой – 7 г.



Провел расчет:

- для яиц с белой скорлупой: 6 г – 11 % от общего веса яйца.
- для яиц с коричневой скорлупой: 7 г – 14 % от общего веса яйца.

**Вывод:** Массовая доля скорлупы коричневого цвета больше, чем массовая доля скорлупы белого цвета

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СКОРЛУПЫ ЯЙЦА

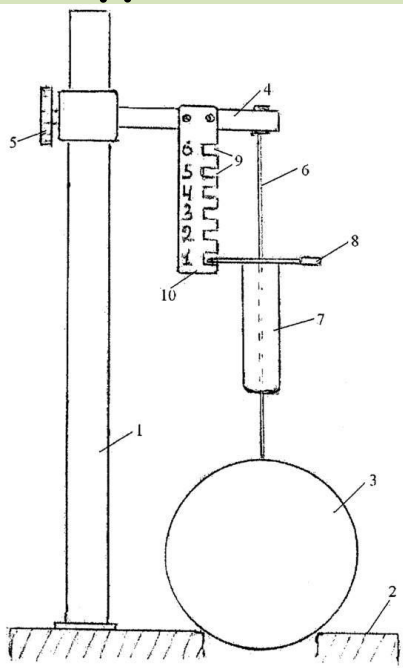
Прочность скорлупы определяется двумя показателями:

- величиной упругой деформации
- толщиной скорлупы.

Величина упругой деформации характеризуется величиной прогиба участка скорлупы под воздействием определенного груза



Скорлупу раздавливают до появления трещины.



Пробы, яйцо	Массу гирь, которую может выдержать скорлупа яйца в горизонтальном положении, г	
	коричневого цвета	белого цвета
Среднее значение	1 500	1 280



**Вывод:** коричневое яйцо более прочное, что также следует из предыдущего опыта

### 3. СОСТАВ СКОРЛУПЫ

Кладём яйцо в стакан и наполняем этот стакан уксусом (9%). В таком виде оставляем всю композицию на несколько дней



Скорлупа:

коричневого цвета полностью растворилась через 27 часов,

белого цвета полностью растворилась через 23 часа

**Вывод:** коричневое яйцо более прочное, т.к. содержит больше карбоната кальция, чем яйцо с белой скорлупой

$$\rho = \frac{m}{V}$$

## 4. «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЯЙЦА»

«Методом безразличного

ания»: Плотность, г/см<sup>3</sup>

	Плотность, г/см <sup>3</sup>
с белой	0,845 - 0,983
с коричневой	0,846 - 1



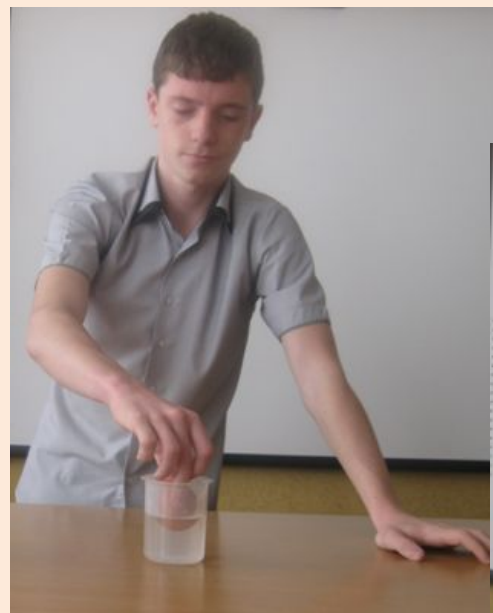
с коричневой	с белой
0,855 - 0,912	0,786 - 0,897

**Вывод:** Плотность яиц с коричневой скорлупой немного больше, чем с белой скорлупой

### ЗНАЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выводимость куриных яиц в зависимости от их плотности

Плотность яиц, г/см <sup>3</sup>	Вывод-ть яиц, %	Вывод-ть цыплят, %
1,060—1,065	68.8	63.6
1,066—1,070	87.6	77.6
1,071—1,080	89	84
1,081—1,085	92.1	85.5
1,086—1,090	91.8	84.9
1,091—1,095	89.3	81.7



## IV. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Определил плотность яйца,  $\rho_{cp} = 0,8 - 0,9 \text{ г/см}^3$
2. Рассмотрел действие осмотического давления на яйцо.
3. Определил свойства скорлупы и белка, для того чтобы дать ответ на вопрос: «Почему яйца не ломаются под курицей наседкой?».
4. Разобрал с точки зрения физики: «Почему необходимо класть только что сваренное яйцо в холодную воду?».
5. Чем крупнее куриные яйца, тем слабее у них скорлупа.
6. Коричневые куриные яйца гораздо более крепкие, чем с белой скорлупой. Скорлупа коричневых яиц немного толще, поэтому срок их хранения немного дольше. Они менее подвержены повреждениям.
7. Толщина скорлупы связана с плотностью яиц. Чем толще скорлупа, тем больше плотность яйца.
8. Содержание карбоната кальция больше в скорлупе коричневого цвета, что подтверждает прочность яиц.



A close-up photograph of a fluffy yellow chick sitting on a bed of straw. The chick is positioned to the right of a large, white egg. The chick has a dark eye and a pinkish beak. The background is a soft-focus field of straw.

*ВОТ ТАКОЕ ОНО ЯЙЦО !!!*