

Учебный проект
по физике на тему:

«Физика мыльного пузыря»

«Мыльный пузырь, пожалуй,
самое восхитительное и самое
изысканное явление природы».

Марк Твен.

Выполнил студент
ГБОУ «СПО МК № 6 ДЗМ»
Джафари Тимур.

Из книги Гегузина Я.Е. «Пузыри»:



В нем столько блеску было,
Была такая спесь,
А он — воды и мыла
Раздувшаяся смесь.
Самуил Маршак. «Мыльные пузыри»

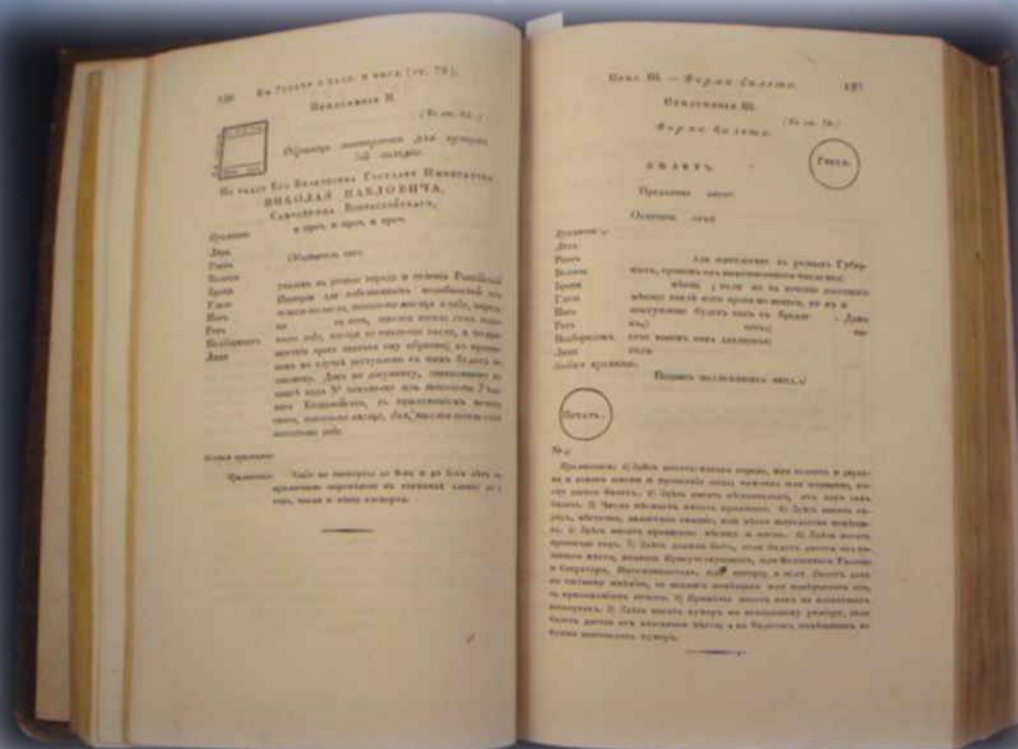


Маршак утверждал, что пузырь без всяких оснований хвалится, что родился из морской пены, когда в действительности, он просто на просто раздувшаяся смесь воды и мыла. Так, шутя, судит о мыльном пузыре поэт.

А вот великий английский физик лорд Кельвин за которым числятся многие фундаментальные достижения в науке, к мыльному пузырю относился много почтительнее. В одной из своих лекций он говорил: « Выдуйте мыльный пузырь и смотрите на него. Вы можете заниматься всю жизнь его изучением, не переставая извлекать из него уроки физики».

Происхождение мыльного пузыря.

Ч. Бойс 100 лет назад опубликовал фундаментальный труд «Мыльный пузыри».

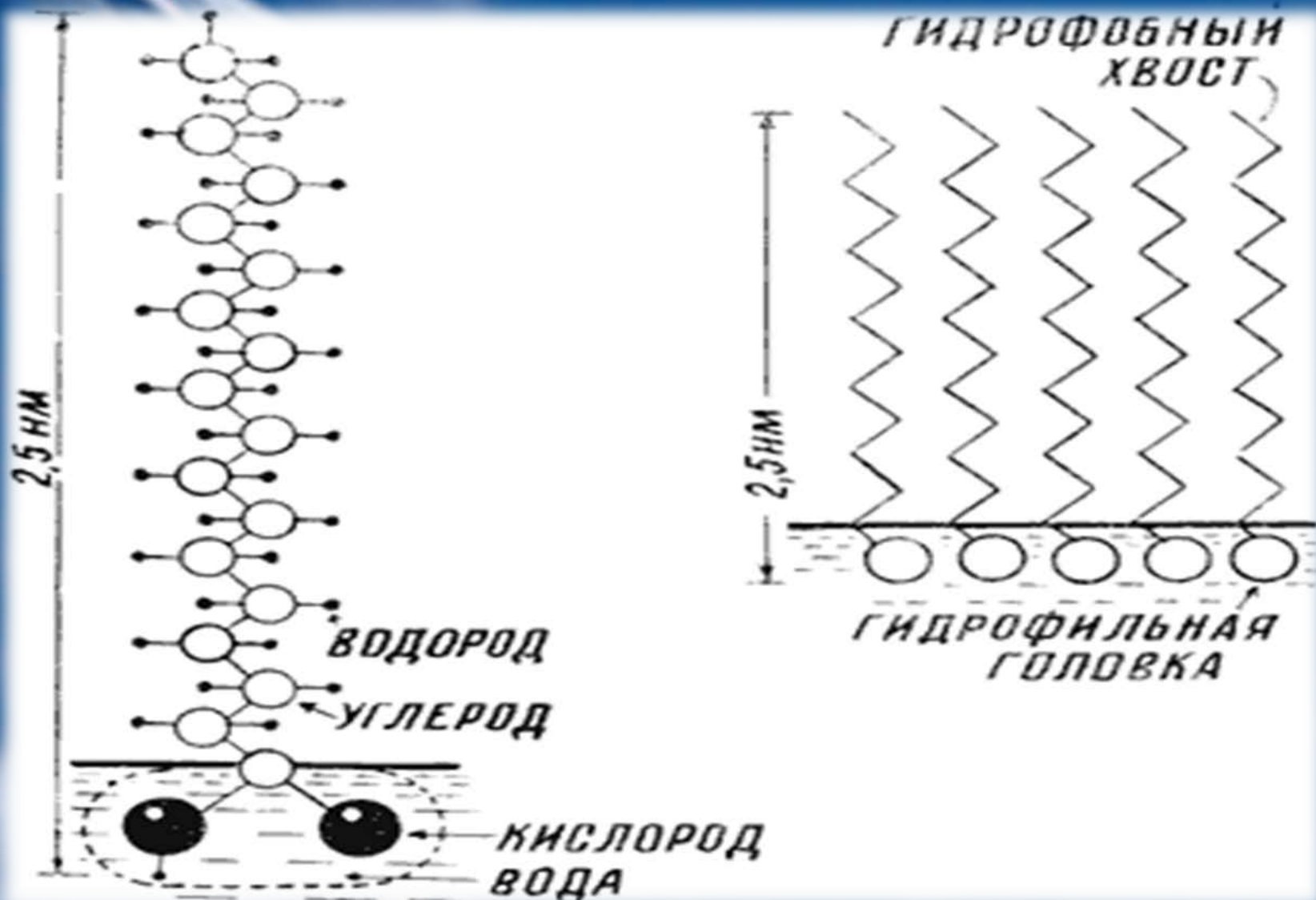


Что такое мыльный пузырь?

Мыльный пузырь — тонкая пленка мыльной воды, которая формирует шар с переливчатой поверхностью. Пленка пузыря состоит из тонкого слоя воды, заключенного между двумя слоями молекул поверхностно активного вещества.



Строение молекул-русалок.



Почему мыльный пузырь имеет форму сферы?

Коэффициент поверхностного натяжения σ может быть определен как модуль силы поверхностного натяжения, действующей на единицу длины линии, ограничивающей поверхность.



$$\sigma = F_n / 2L$$



Силы натяжения мыльного пузыря формируют сферу потому, что сфера имеет наименьшую площадь поверхности при данном объеме.

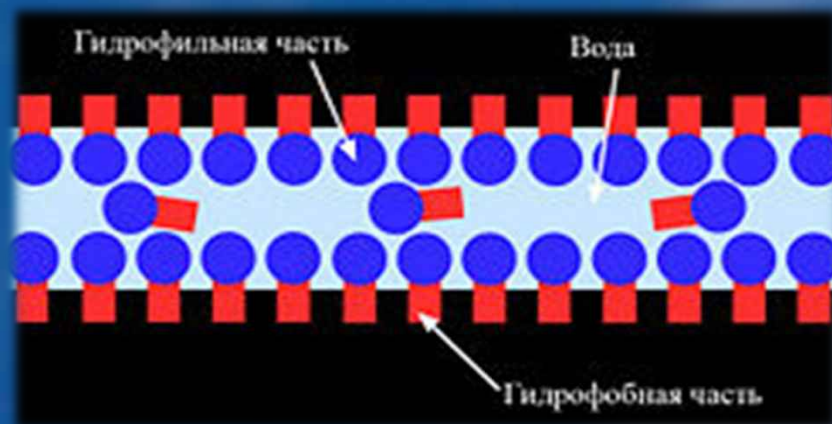
С поверхностью жидкости связана свободная энергия

$$E = \sigma S$$

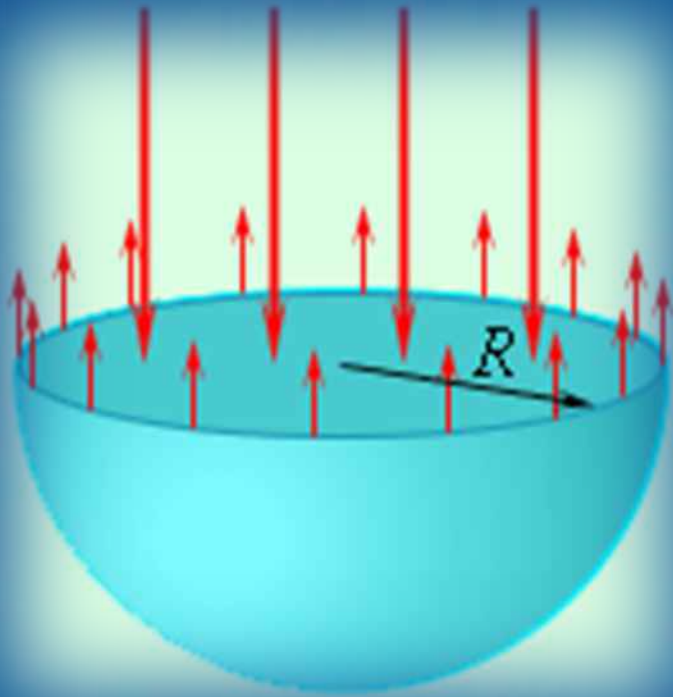
где σ — коэффициент поверхностного натяжения, S — полная площадь поверхности жидкости.

Так как свободная энергия изолированной системы стремится к минимуму, то жидкость (в отсутствие внешних полей) стремится принять форму, имеющую минимальную площадь поверхности.

Прямыми измерениями было установлено, что поверхностное натяжение воды понижается в два с половиной раза при добавлении мыла: от $7 \cdot 10^{-2}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Дж/м²



Условие равновесия для мыльных пузырей.



Сечение сферической капли
или части пузыря.

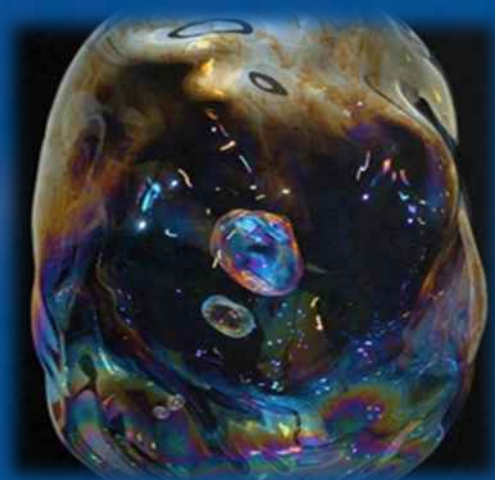
Избыточное давление
внутри мыльного пузыря
в два раза больше, чем у
сферической капли, так
как пленка имеет две
поверхности:

$$\Delta p = 4\sigma / R$$

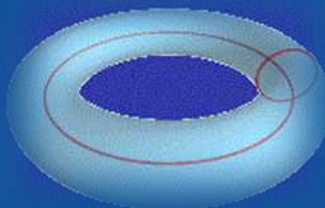
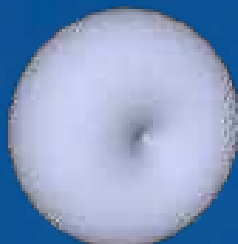
Условие равновесия сил
поверхностного
натяжения и сил
избыточного давления
для мыльных пузырей:

$$\sigma 4\pi R = \Delta p \pi R^2$$

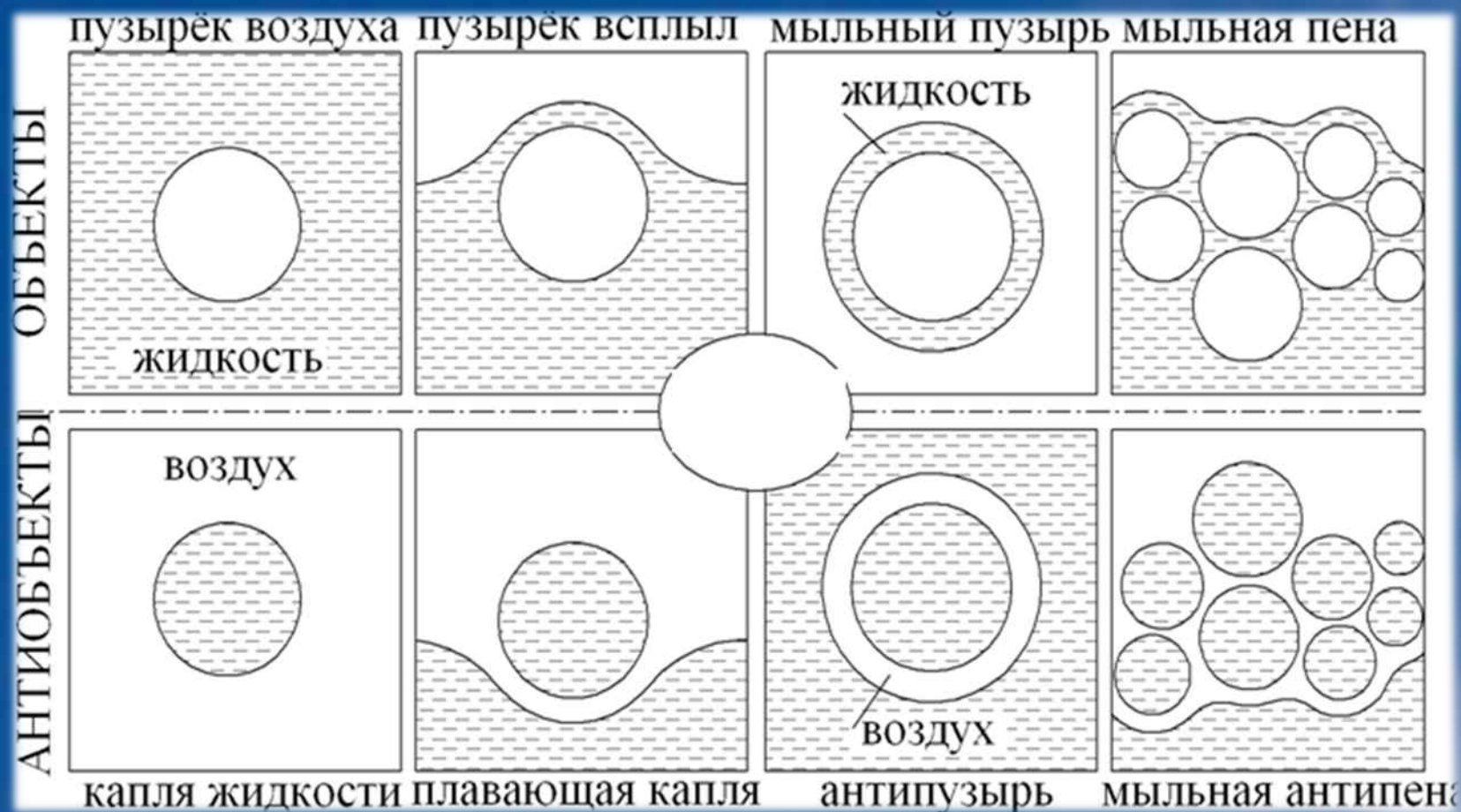
Сферическая форма существенно искажается потоками воздуха и самим процессом надувания пузыря.



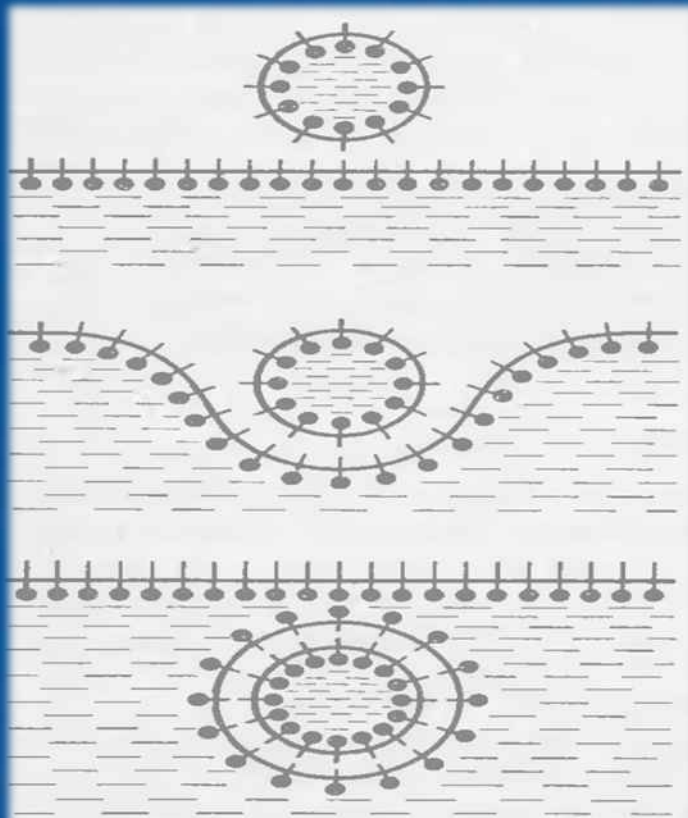
Причудливые формы мыльных пузырей не могут не удивлять. Так некоторые дельфины, развлекаются, создавая пузыри формы тора.



Пузырь и антипузырь.



Что такое антипузырь?



Последовательные стадии образования «отрицательного» пузыря

Обычный мыльный пузырь - это сферический слой жидкости между двумя газовыми средами, а антипузырь — это сферический слой газа между двумя жидкими средами.

Антипузырь.

«Особенно хорош спорый дождь на реке. Каждая капля выбивает в воде круглое углубление, маленькую водную чашу, подскакивает, снова падает и несколько мгновений, прежде чем исчезнуть, еще видна на дне водной чаши. Капля блестит и похожа на жемчуг.»

Константин Паустовский.

Разрушение антипузыря.



Разрушение антипузыря.

Разрушение антипузыря очень схоже с разрушением обычного пузыря. Вы наверняка могли заметить что после того, как мыльный пузырь лопається образуются капли раствора, которые под силой тяжести устремляются на пол.

Но антипузырь это все-таки слой газа внутри и вовне которого находится жидкость.

Соответственно на него будет действовать $F_{\text{выт}}$. Отсюда легко понять, что в согласии с законом Архимеда, силы, определяющие всплывания газового пузыря F_1 и F_2 антипузыря равных радиусов, относятся так, как объемы заключенного в них газа.

$$F_1/F_2 = (R_2/R_1)^3.$$

Теория разрушения мыльного пузыря.

Вследствие большого поверхностного натяжения утончившееся место пленки потянет в свою сторону жидкость из других, более толстых частей. Этим будет вновь достигнута одинаковая толщина пленки на всем протяжении, и опасность разрыва пленки исчезнет.

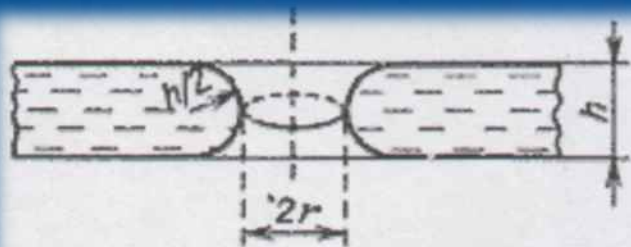
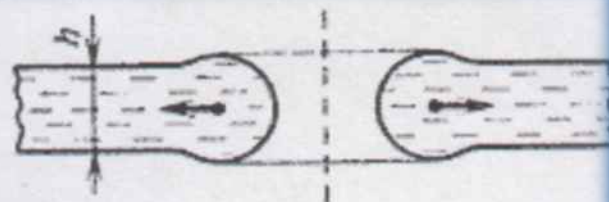


Схема прокола мыльной пленки



По контуру расширяющегося отверстия пленки формируется



Поверхность характеризуется двумя радиусами кривизны: r и $h/2$.

Для пузыря будут смертельными те пробоины, у которых $r > h/2$, в остальных случаях пробоина будет залечиваться, схлопываться.



Оптика мыльного пузыря.



Свет — это поток гипотетических частиц — корпускул.



Х. Гюйгенс

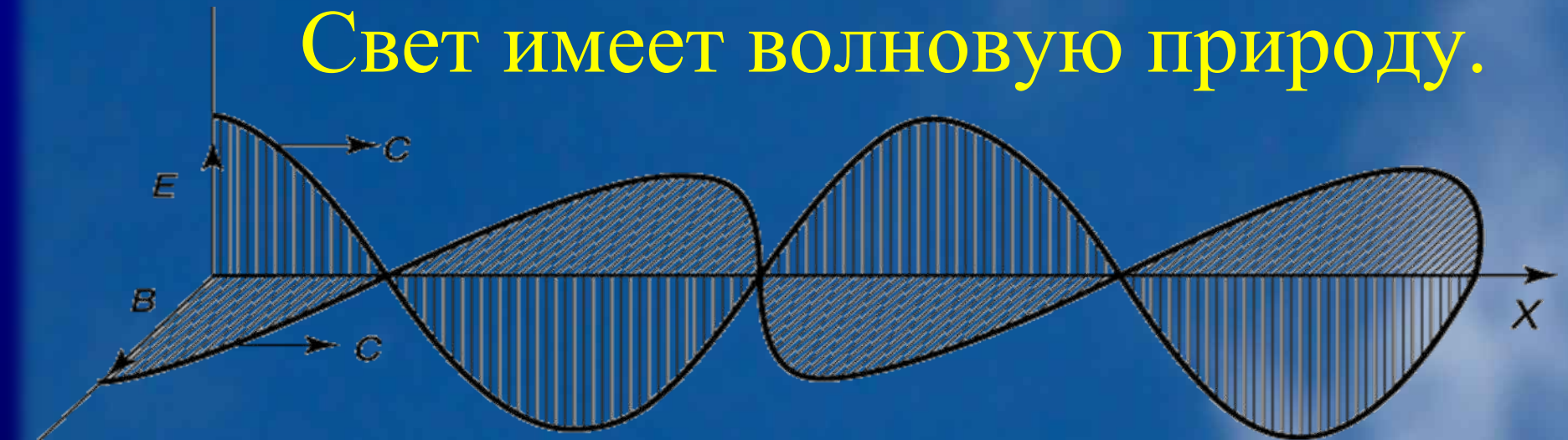


Ф. Гримальди



Р. Гук

Свет имеет волновую природу.





Т. Юнг

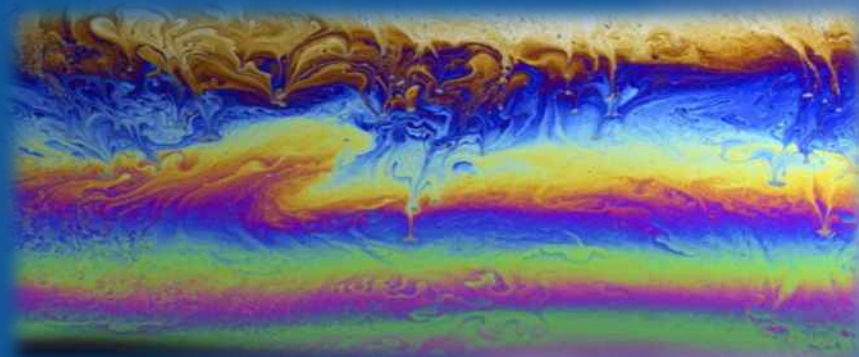
«Ценнейшее открытие доктора Юнга, которому суждено навеки обессмертить его имя, было ему внушено предметом, казалось бы, весьма ничтожным: теми самыми яркими и лёгкими пузырями мыльной пены, которые, едва вырвавшись из трубочки, становятся игрушкой самых незаметных движений воздуха».

Мыльные пузыри - физическая иллюстрация проблемы минимальной поверхности, сложной математической задачи.



Ход лучей в тонких пленках.

Теорема двойного пузыря:
два объединенных пузыря имеют минимальную площадь поверхности при заданном объединенном объеме.



Почему же одни мыльные пузыри имеют радужную окраску, а другие – нет?

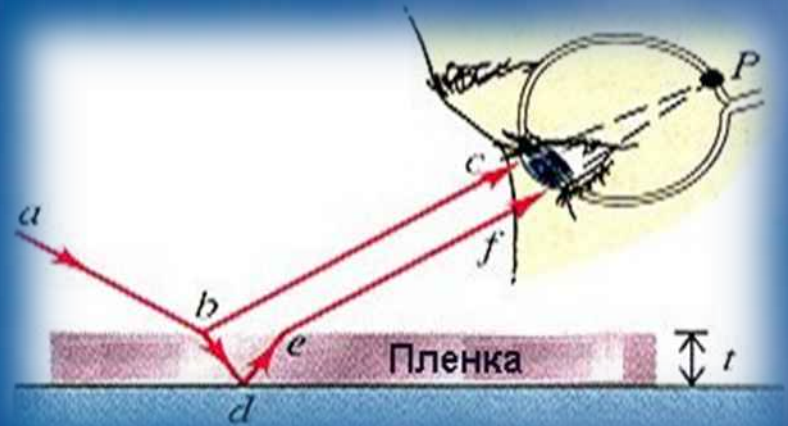
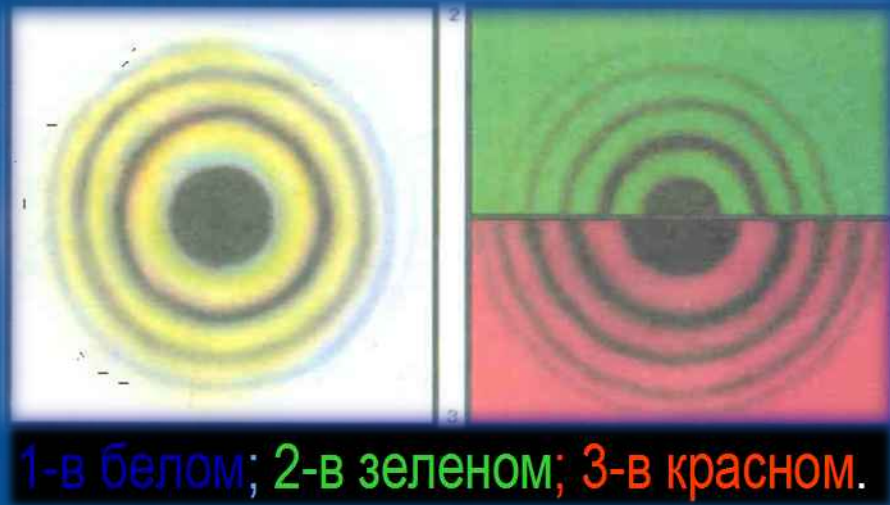


«Сомнение, вера, пыл живых страстей.
Игра воздушных мыльных пузырей:
Тот радугой блеснул, а этот - серый
И разлетятся все
Вот жизнь людей.»



Сначала плёнка бесцветная, так как имеет приблизительно равную толщину. Затем раствор постепенно стекает вниз. Из-за разной толщины нижней утолщённой и верхней утончённой плёнки появляется радужная окраска.

Ход лучей в тонких пленках.

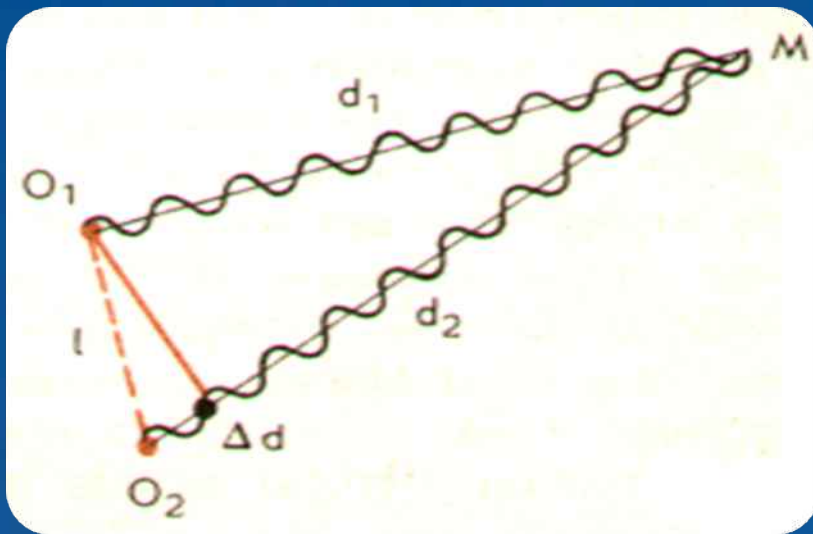


Интерференция в тонких плёнках.

Интерференцией световых волн - называется сложение двух когерентных волн, вследствие которого наблюдается усиление или ослабление результирующих световых колебаний в различных точках пространства.

Когерентные волны — волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз.

Интерференция в ТОНКИХ плёнках.



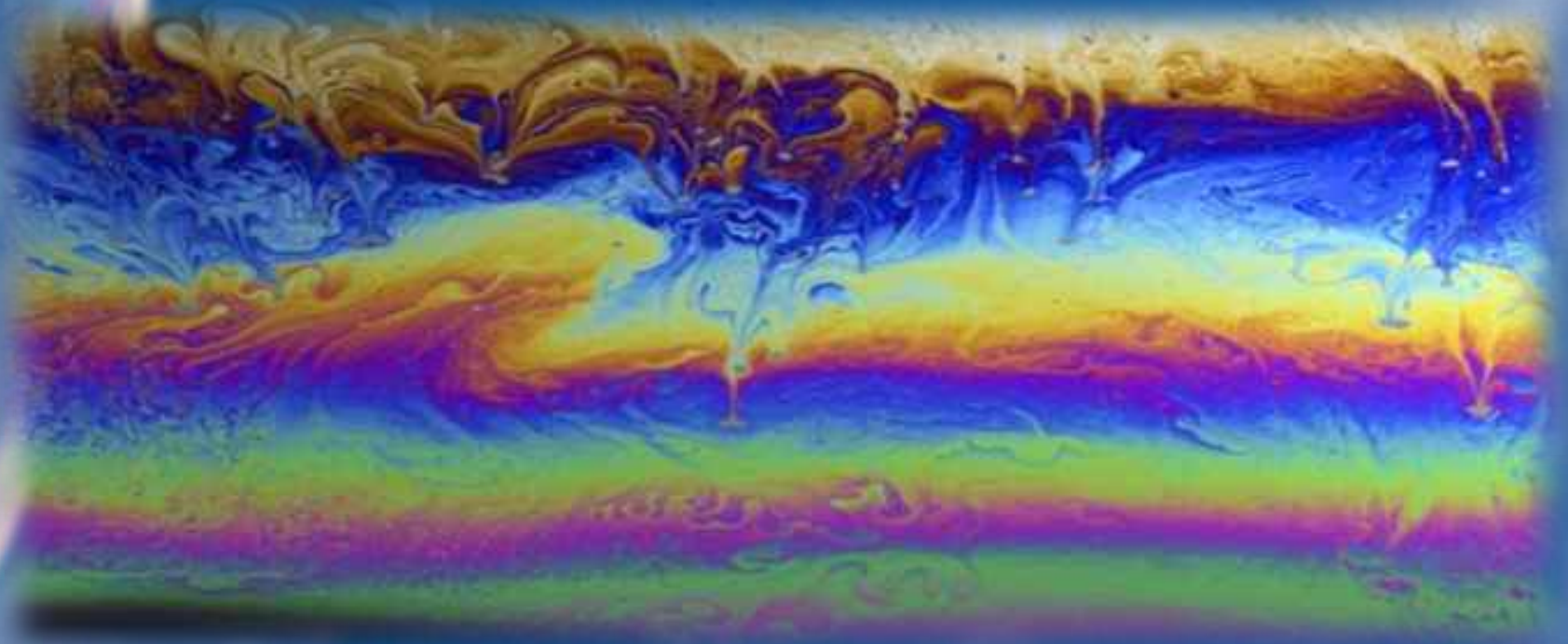
Условие максимума: если разность хода двух волн, возбуждающих колебания в этой точке, равна целому числу длин волн

$\Delta d = k \lambda$, $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ - волны усилят друг друга,

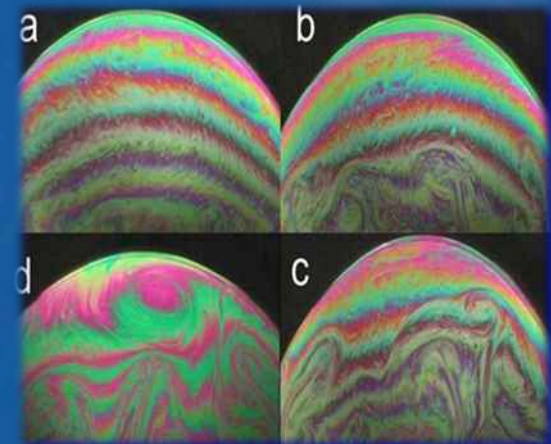
Δd – разность хода лучей

Условие минимума: если разность хода двух волн, возбуждающих колебания в этой точке, равна нечётному числу половолн

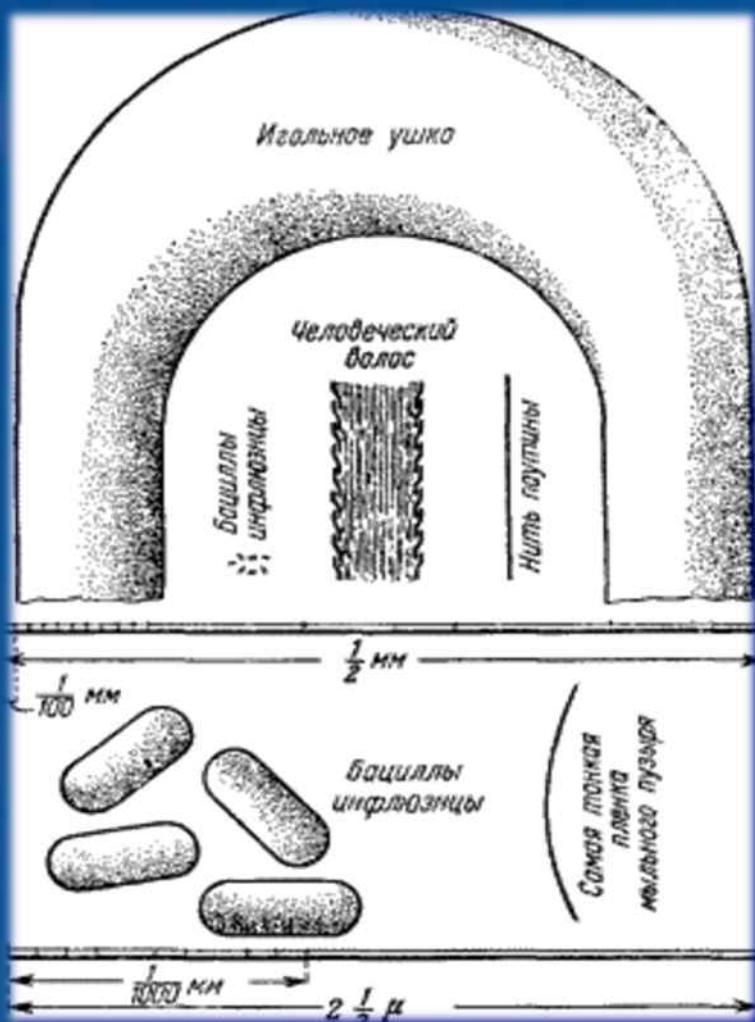
$\Delta d = (2k+1) \lambda/2$, $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ - волны погасят друг друга.



Изображения пузырей при различных разностях температур. Разность температур ΔT увеличивается от рис. а к с и равна 9, 17 и 31°C соответственно. На рис. d: возникновение вихря при $\Delta T=45^\circ\text{C}$.



Толщина плёнки мыльного пузыря.



Чтобы разрез стенки мыльного пузыря усматривался в виде тонкой линии необходимо увеличение в 40 000 раз, при таком же увеличении волос будет иметь толщину свыше 2 м.

Вверху — игольное ушко, человеческий волос, бацилла и паутиная нить, увеличенные в 200 раз. Внизу — бациллы и толщина мыльной пленки, увеличенные в 40000 раз. $1 \mu = 0,0001$ см.

Долгая жизнь мыльного пузыря.



«Лопнул мыльный пузырь
ненадежного зыбкого счастья,
Не сумев долететь к
долгожданном седым облакам.»

Зенкевич Александр

Д.Дьюар



Дьюар

Свойства мыльных пузырей на морозе.



Пузырь при медленном охлаждении переохлаждается и замерзает примерно при -7°C . Пленка оказывается не хрупкой, какой, казалось бы, должна быть тонкая корочка льда. Она обнаруживает пластичность. Пластичность пленки оказывается следствием малости ее толщины.

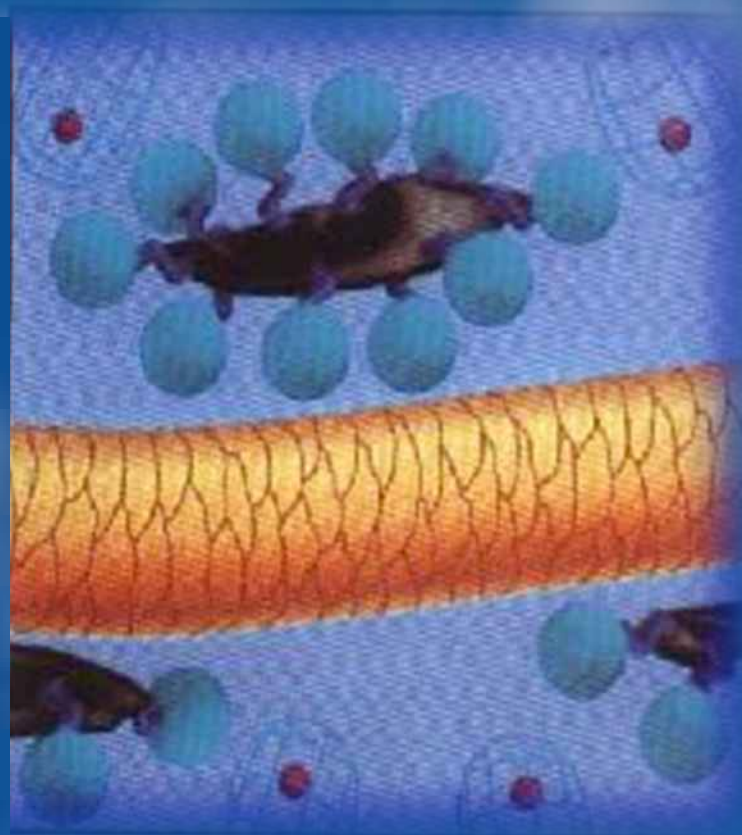
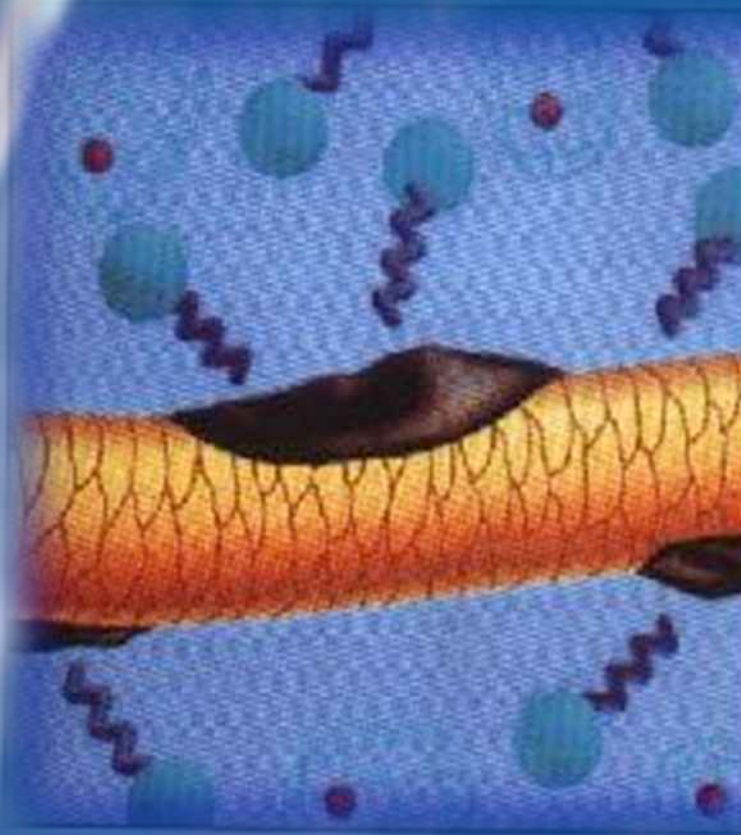


При выдувании пузырей на сильном морозе -20°C , -25°C сразу же в разных точках поверхности возникают мелкие кристаллики, которые быстро разрастаются и наконец сливаются в единую картину, по красоте не уступающей морозным рисункам на окне.



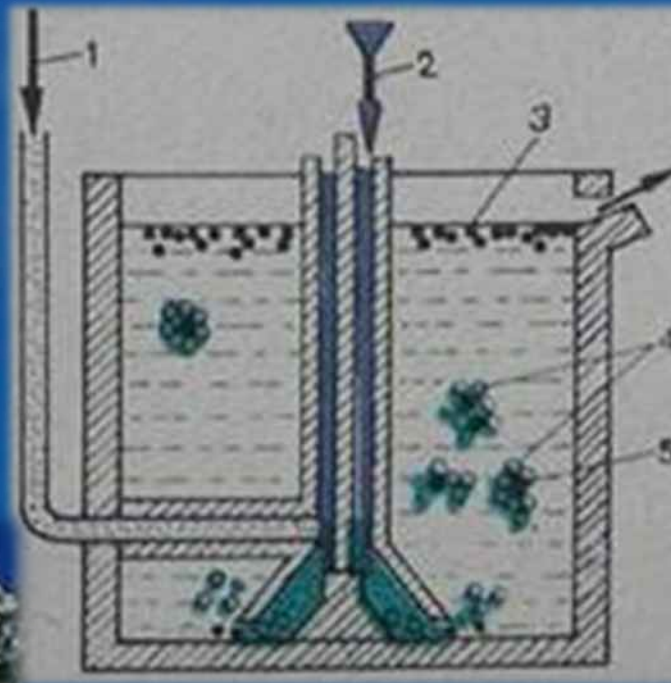
Для чего нужны мыльные пузыри?

Механизм удаления грязи с помощью мыльной воды.

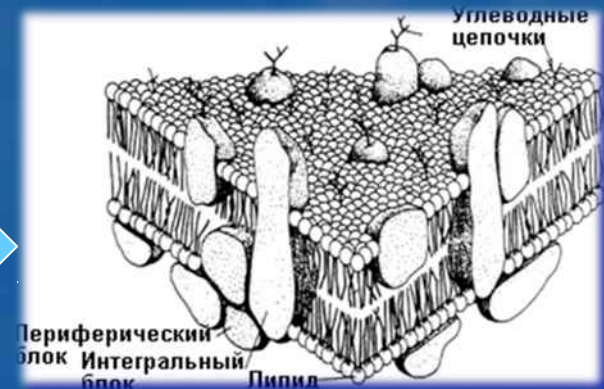


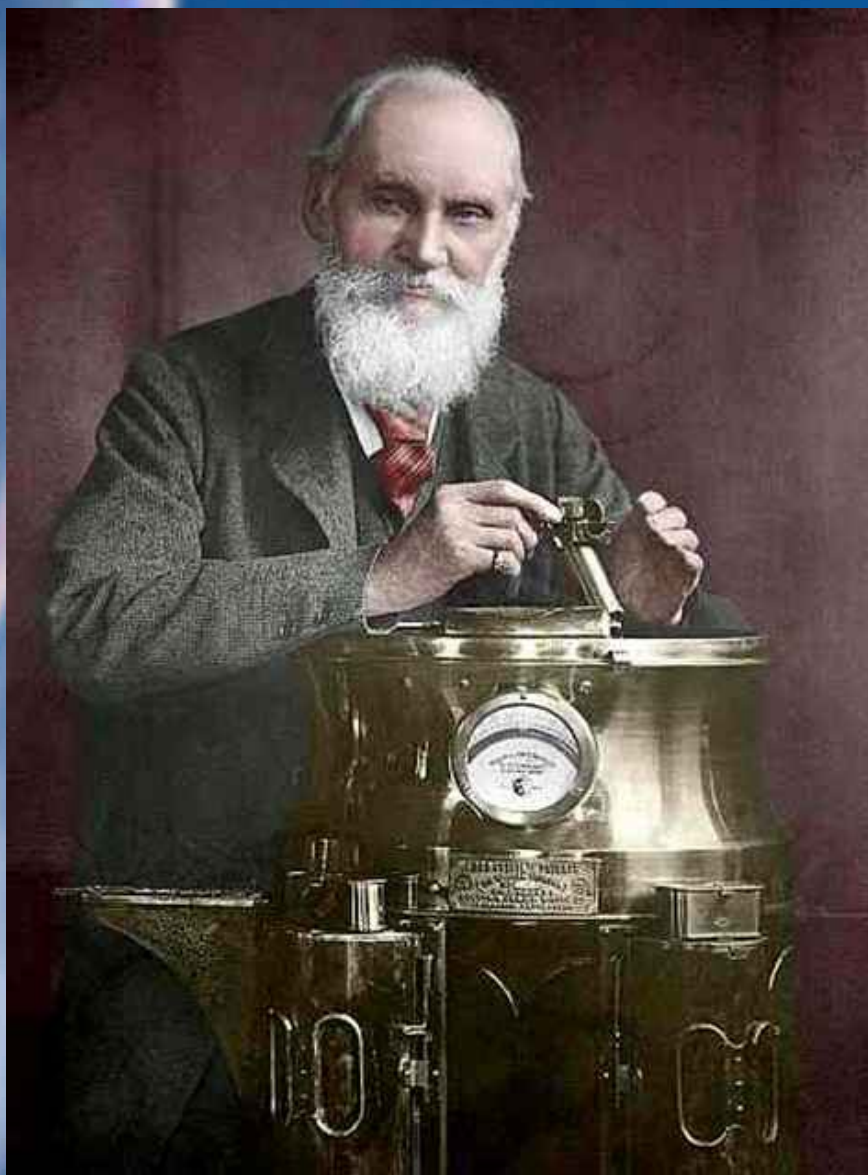
- В метрологии и аэронавтике.
- В горной промышленности.

1. Пульпа
2. Сжатый воздух
3. Обогащённая руда
4. Пузырьки воздуха
5. Частица руды



Живые клетки в некоторых процессах сродни мыльным пузырям:





«Выдуйте мыльный пузырь, — писал великий английский ученый Кельвин, — и смотрите на него: вы можете заниматься всю жизнь его изучением, не переставая извлекать из него уроки физики ».

Эксперименты с мыльными пузырями.



1. Несколько пузырей друг в друге.



2. Мыльный пузырь на предмете.

3. Мыльный пузырь, наполненный дымом.

4. Двойной и тройной пузырь.



Эксперимент.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



«Мир не белый и
не чёрный, он
такой, каким ты
его видишь !»