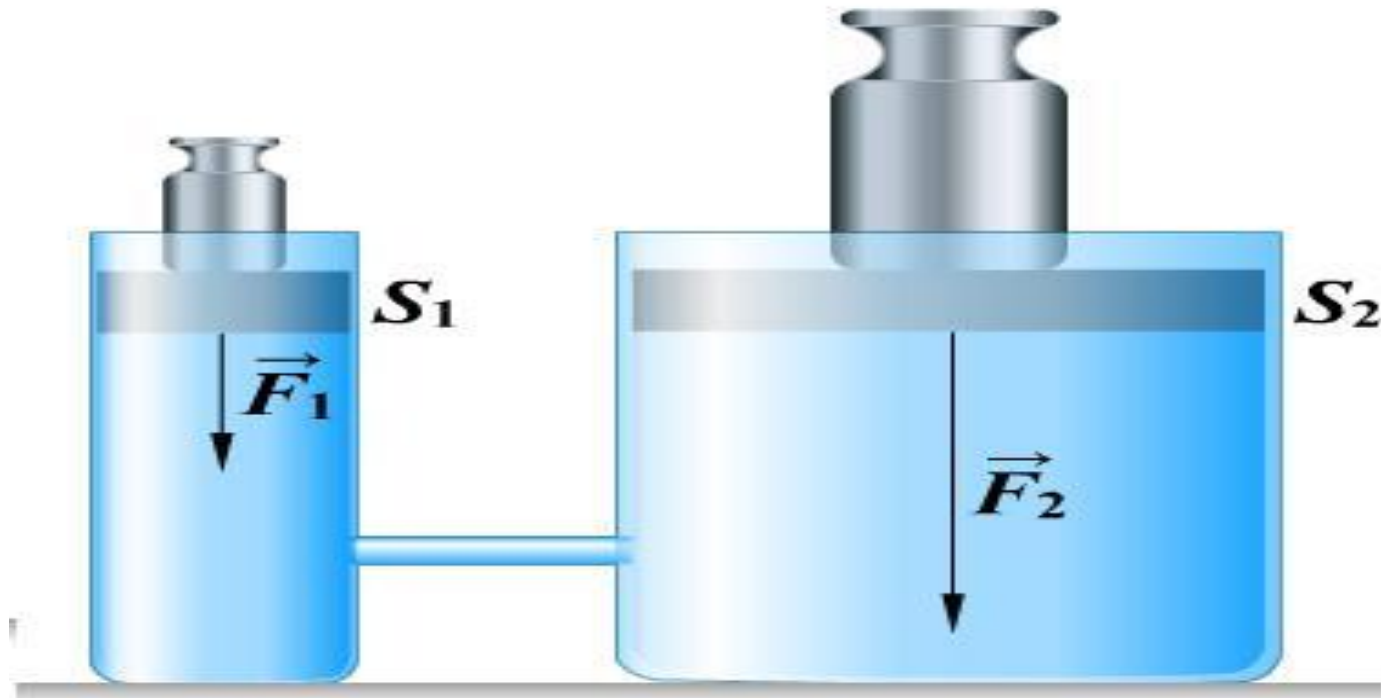


# Давление твердых тел, жидкостей и газов.



## Давление.

### Единицы давления

Действие силы на твердое тело зависит не только от модуля этой силы, но и от площади поверхности тела, на которую она действует. Взаимодействие жидкостей и газов с твердыми телами, а также взаимодействие между соседними слоями жидкости или газа тоже происходит не в отдельных точках, а на определенной поверхности их соприкосновения. Поэтому для характеристики подобных взаимодействий введено понятие давления.

## Другие единицы давления

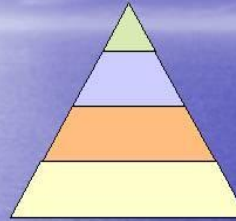
- **1 кПа = 1000 Па**
- **1 гПа = 100 Па**
- **1 МПа = 1000000 Па**
  
- **1 Па = 0,001 кПа**
- **1 Па = 0,01 гПа**
- **1 Па = 0,000001 МПа**

**Примеры давлений в природе**

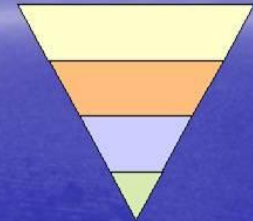
## Способы уменьшения и увеличения давления.

Чем больше площадь опоры, тем меньше давление, производимое одной и той же силой на эту опору.

### СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ И УВЕЛИЧЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ



Чтобы **уменьшить** давление, нужно увеличить площадь опоры.



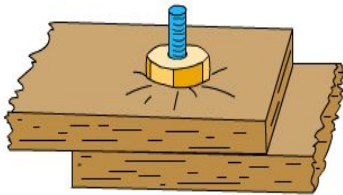
Чтобы **увеличить** давление, нужно уменьшить площадь опоры.

- Чем больше площадь опоры, тем меньше давление, производимое одной и той же силой на эту опору.

# Способы уменьшения и увеличения давления

Чтобы увеличить значение дроби, нужно увеличить её числитель или уменьшить знаменатель

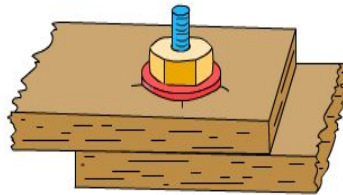
$$\uparrow p = \frac{F \uparrow}{S \downarrow}$$



Чтобы увеличить давление, нужно увеличить силу или уменьшить площадь её приложения

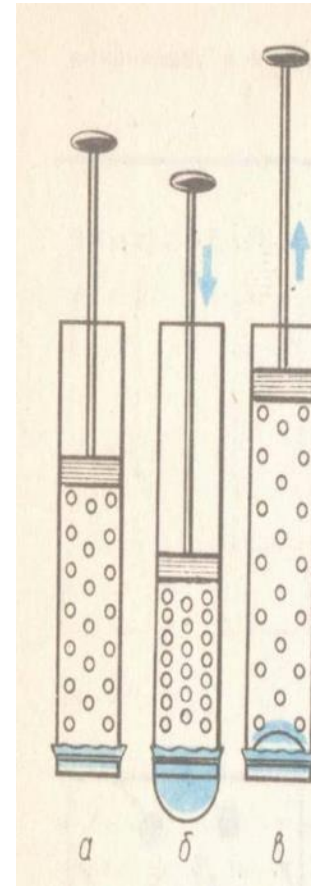
Чтобы уменьшить значение дроби, нужно уменьшить её числитель или увеличить знаменатель

$$\downarrow p = \frac{F \downarrow}{S \uparrow}$$



Чтобы уменьшить давление, нужно уменьшить силу или увеличить площадь её приложения

www.fizika.ru



При уменьшении объема газа его давление увеличивается, а при увеличении объема давление уменьшается

Условие:

Масса ( $m$ ) и температура ( $t$ ) неизменны.

## Давление газа.

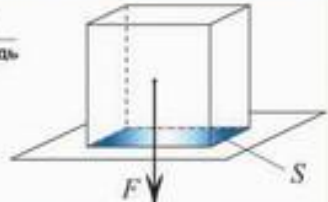
Мы уже знаем, что газы, в отличие от твердых тел и жидкостей, заполняют весь предоставленный им объем, например стальной баллон для хранения газом, камеру автомобильной шины или волейбольного мяча. При этом газ оказывает давление на стенки, дно и крышку баллона, камеры или любого другого тела в котором он находится. Давление газа обусловлено иными причинами, чем давление твердого тела на опору.

**ФИЗИКА**  
7 КЛАСС

### 14. ДАВЛЕНИЕ. ДАВЛЕНИЕ ГАЗА И ЖИДКОСТИ


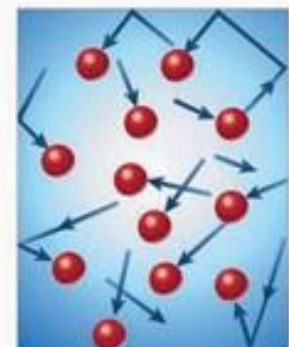
ДАВЛЕНИЕ ( $p$ ) - ВЕЛИЧИНА, РАВНАЯ ОТНОШЕНИЮ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПОВЕРХНОСТИ, К ПЛОЩАДИ ЭТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

давление =  $\frac{\text{сила}}{\text{площадь}}$


$$p = \frac{F}{S}$$


Единицы давления:  
паскаль (Па)  
гектопаскаль (гПа)  
килопаскаль (кПа)  
1 Па = 1 Н/м<sup>2</sup>

ЗАКОН ПАСКАЛЯ: ДАВЛЕНИЕ, ПРОИЗВОДИМОЕ НА ЖИДКОСТЬ ИЛИ ГАЗ, ПЕРЕДАЕТСЯ В ЛЮБУЮ ТОЧКУ ОДИНАКОВО ВО ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЯХ



ДАВЛЕНИЕ В ЖИДКОСТИ


$$p = \rho gh$$

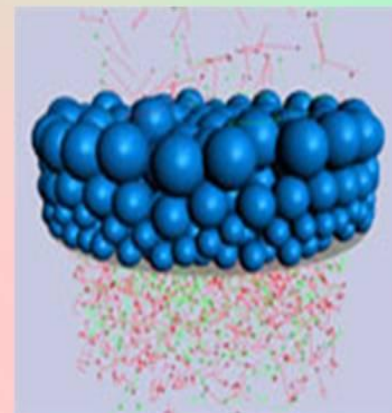
ЦЕНТРО

## Давление газа

Известно, что молекулы газа беспорядочно движутся. При своем движении они сталкиваются друг с другом, а также со стенками сосуда, в котором находится газ. Молекул в газе много, поэтому число их ударов очень велико. Хотя сила удара отдельной молекулы мала, но действие всех молекул о стенки сосуда значительно, оно и создает давление газа.

Итак, давление газа вызывается ударами молекул на стенки сосуда

Давление идеального газа прямо пропорционально средней кинетической энергии поступательного движения молекул, содержащихся в единице объема газа.

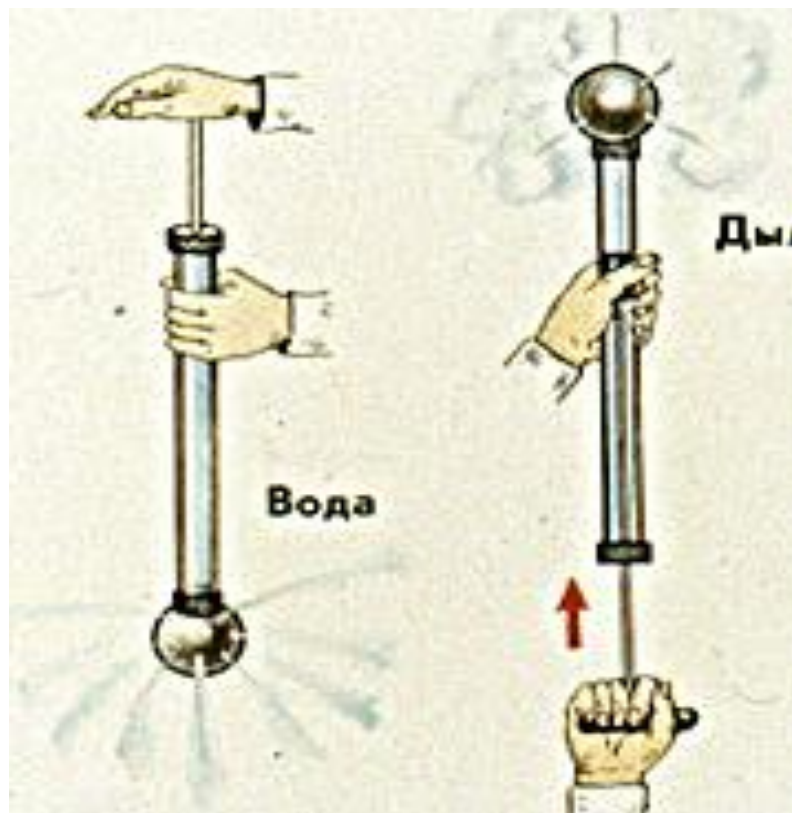


**Передача давления  
жидкостями и газами.  
Закон Паскаля.**

Закон Паскаля гласит:  
"Давление,  
производимое на  
жидкость или газ,  
передается в любую  
точку жидкости или  
газа одинаково по всем  
направлениям".  
Это утверждение  
объясняется  
подвижностью частиц  
жидкостей и газов во  
всех направлениях.



Если заполнить одинаковые по размерам сосуды: один - жидкостью, другой - сыпучим материалом (например горохом), в третий поставить вплотную к стенкам твердое тело, на поверхность вещества в каждом сосуде положить одинаковые кружочки, например, из дерева /они должны прилегать к стенкам /, а сверху установить одинаковые по массе грузы, то как изменится давление вещества на дно и стенки в каждом сосуде? Подумай! В каком случае срабатывает закон Паскаля? Как будет передаваться внешнее давление грузов?





# Блез Паскаль

**Блез Паскаль** (1623-1662) — французский математик, физик, религиозный [философ](#) и писатель. Сформулировал одну из основных теорем проективной геометрии. Работы по арифметике, теории чисел, алгебре, теории вероятностей.

Блез Паскаль сконструировал (1641, по другим сведениям — 1642) суммирующую машину. Один из основоположников гидростатики, установил ее основной закон (Закон Паскаля: давление на поверхность жидкости, производимое внешними силами, передается жидкостью одинаково во всех направлениях). На законе Паскаля основано действие гидравлических прессов и других гидростатических машин.

Работы по теории воздушного давления. Сблизившись с представителями янсенизма, Блез Паскаль с 1655 вел полумонашеский образ жизни. Poleмика с иезуитами отразилась в «Письмах к провинциалу» (1656-57) — шедевре французской сатирической прозы. В «Мыслях» (опубликованы в 1669). Паскаль развивает представление о трагичности и хрупкости человека, находящегося между двумя безднами — бесконечностью и ничтожеством (человек — «мыслящий тростник»). Путь постижения тайн бытия и спасения человека от отчаяния видел в [христианстве](#). Б. Паскаль сыграл значительную роль в формировании французской классической **прозы**.



# Блез Паскаль

## ОПЫТ ПАСКАЛЯ

В 1648 году то, что давление жидкости зависит от высоты ее столба,

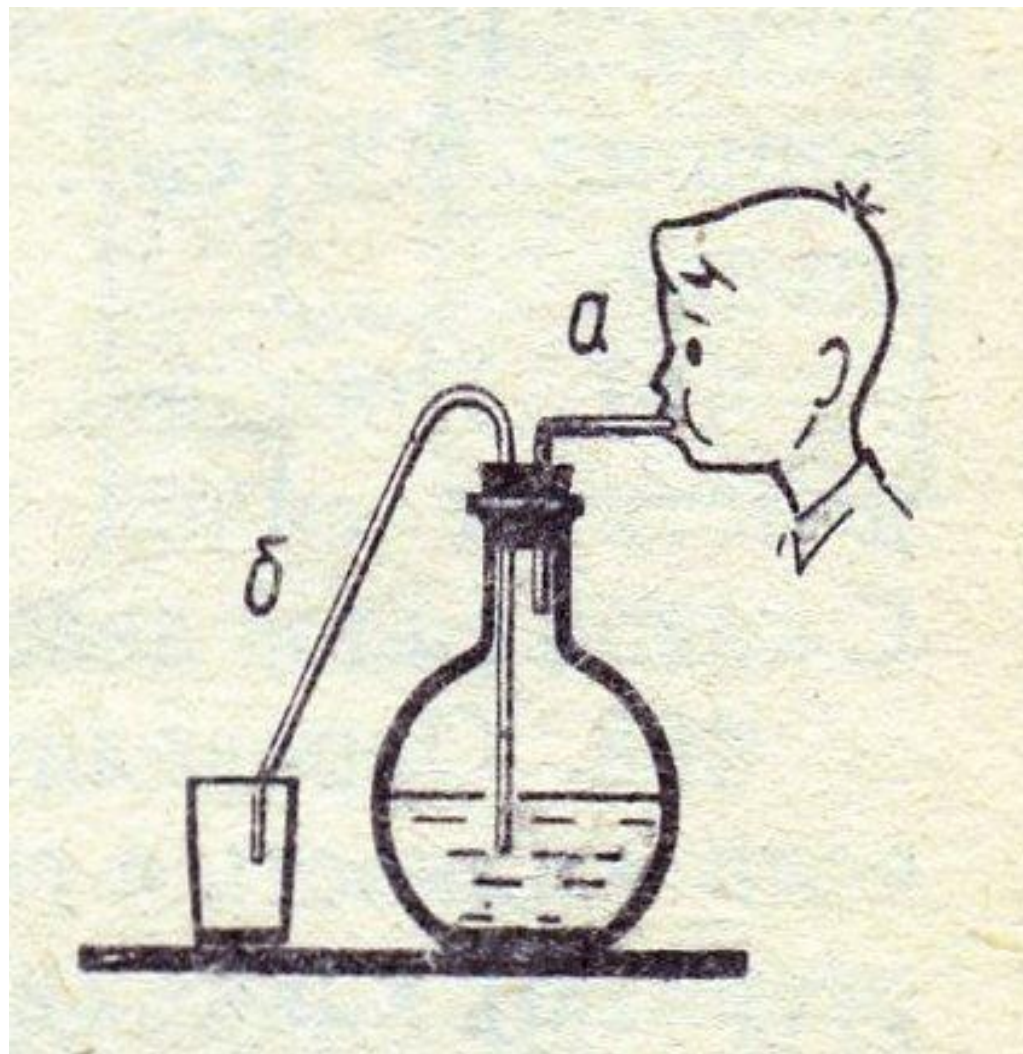
продемонстрировал [Блез Паскаль](#).

Он вставил в закрытую бочку, наполненную водой, трубку диаметром 1 см<sup>2</sup>, длиной 5 м и, поднявшись на балкон второго этажа дома, вылил в эту трубку кружку воды. Когда вода в ней поднялась до высоты ~ 4 метра, давление воды увеличилось настолько, что в крепкой дубовой бочке образовались щели, через которые потекла вода.



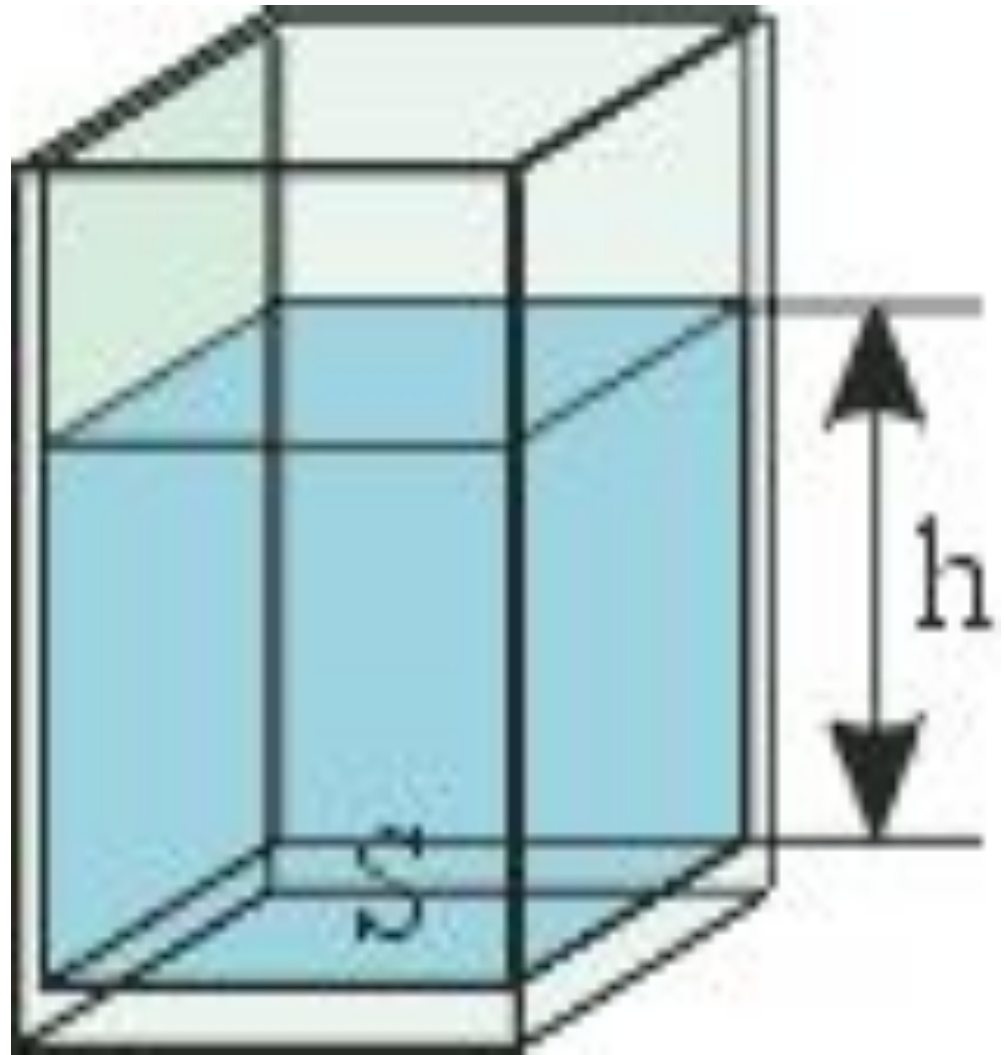
## Давление в жидкости и газе.

Внутри жидкости существует давление и на одном и том же уровне оно одинаковое по всем направлениям. С глубиной давление увеличивается.



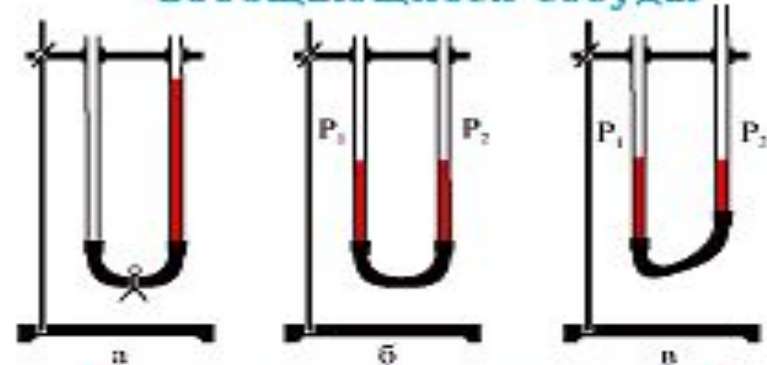
Расчет давления  
жидкости на дно и  
стены сосуда.

$$p = P/S$$

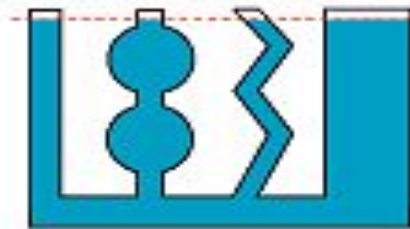


ГИДРОСТАТИКА

Сообщающиеся сосуды



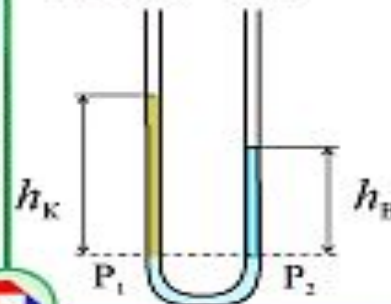
Условие равновесия жидкости  $P_1 = P_2$



В сообщающихся сосудах любой формы и сечения, поверхности однородной жидкости устанавливаются на одном уровне

$$P_1 = P_2$$

Керосин    Вода



$$\rho_k h_k g = \rho_v h_v g$$

$$\rho_k = \frac{h_v}{h_k} \rho_v$$

При равновесии высота столба жидкости с большей плотностью будет меньше высоты столба жидкости с меньшей плотностью

**Сообщающие сосуды**

Сообщающимися называют сосуды, имеющие между собой канал, заполненный жидкостью.

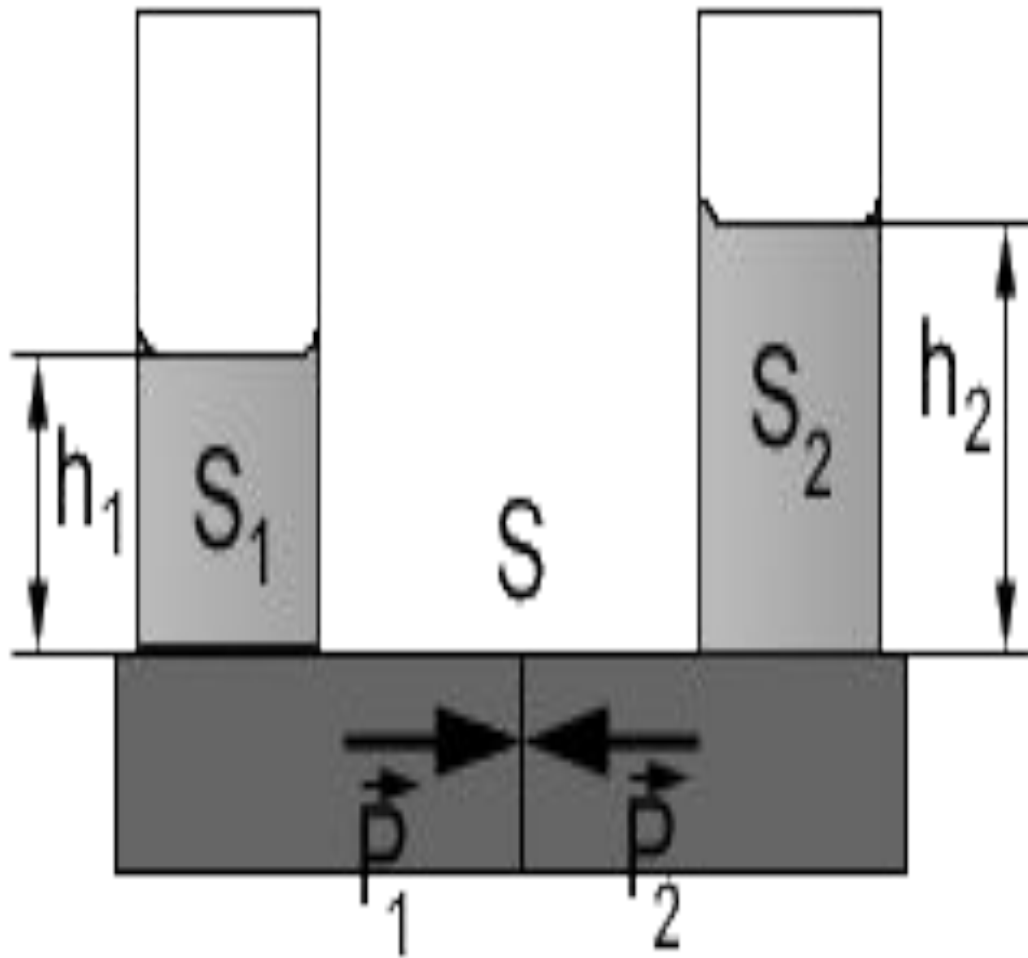
Наблюдения показывают, что в сообщающихся сосудах любой формы однородная жидкость всегда устанавливается на одном уровне.

ФНПО Разумныйбор Южно-Уральский государственный университет



## Сообщающиеся сосуды

Иначе ведут себя разнородные жидкости даже в одинаковых по форме и размерам сообщающихся сосудах. Возьмем два цилиндрических сообщающихся сосуда одинакового диаметра (рис. 51), на их дно нальем слой ртути (заштрихован), а поверх него в цилиндры нальем жидкости с разными плотностями, например  $\rho_2 < \rho_1$  (слой ртути нужен для того, чтобы жидкости не смешивались). Мы увидим, что если эти жидкости находятся в состоянии покоя, их уровни  $h_1$  и  $h_2$  различны ( $h_2 > h_1$ ).

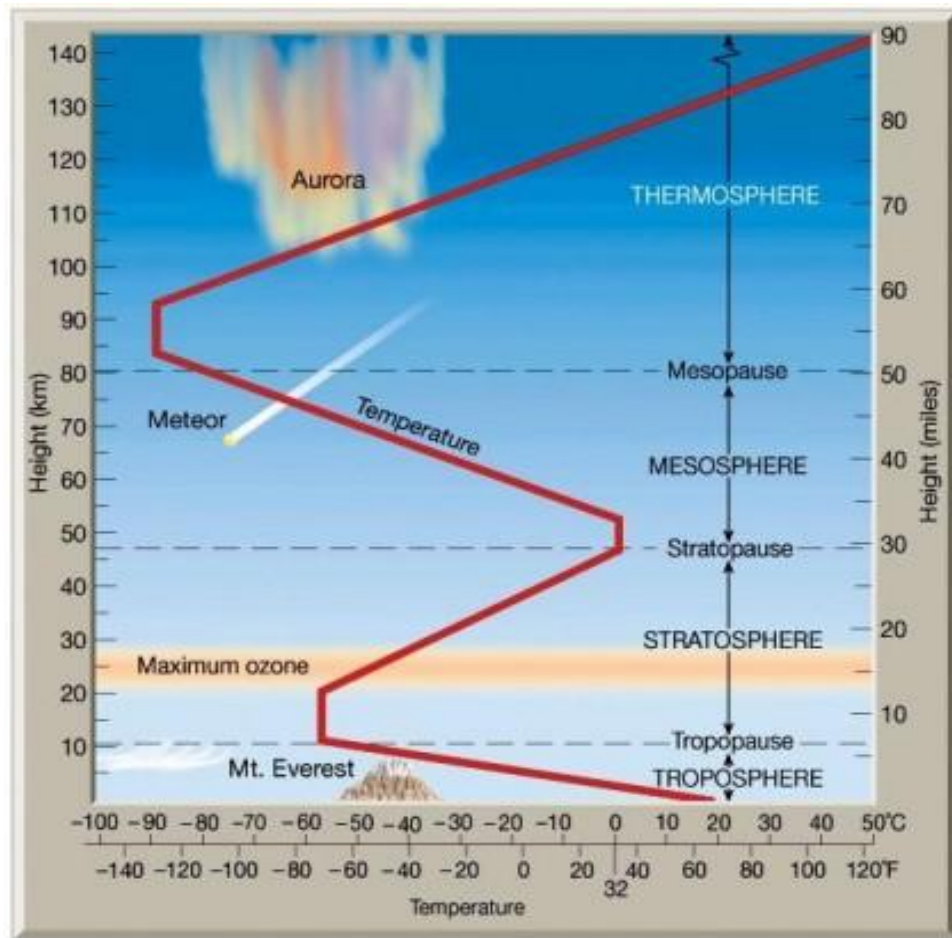
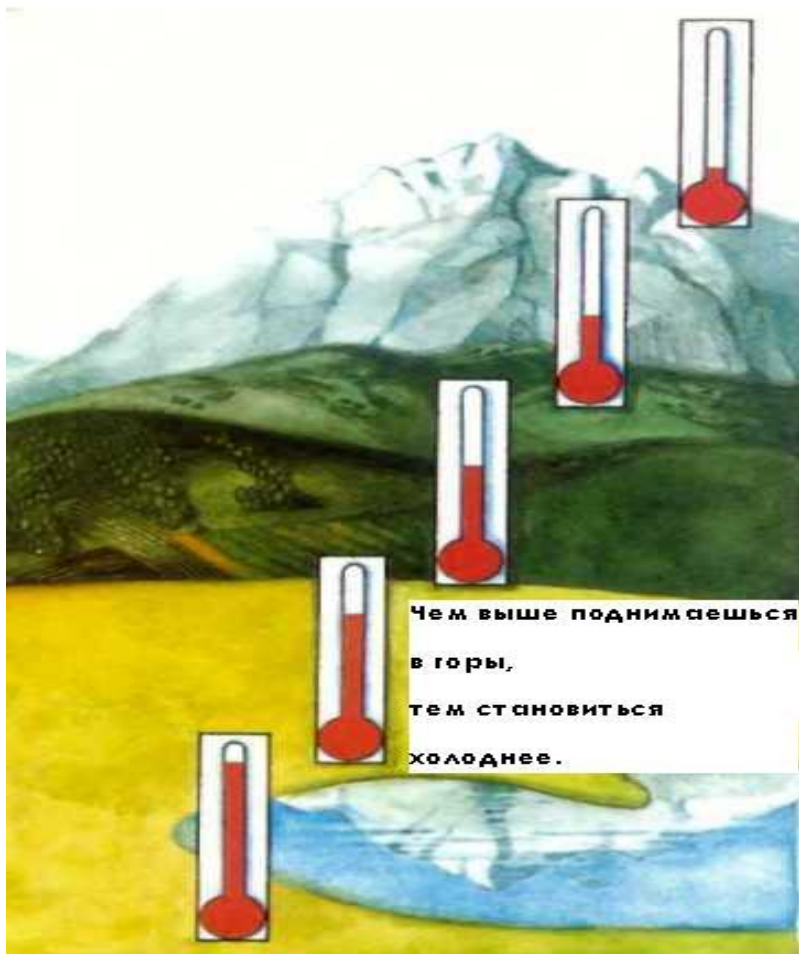


## Вес воздуха. Атмосферное давление.

Совокупность разделов физики и химии, изучающих атмосферу, принято называть физикой атмосферы. Атмосфера определяет погоду на поверхности Земли, изучением погоды занимается метеорология, а длительными вариациями климата — климатология. Чтобы вычислить вес воздуха, надо:  
 $P = gm$ ,  $P = 9,8 \text{ Н/кг} * 1,29 \text{ кг} = 13 \text{ Н}$



# Почему существует воздушная оболочка Земли





# Изменение атмосферного давления. Опыт Торричелли.

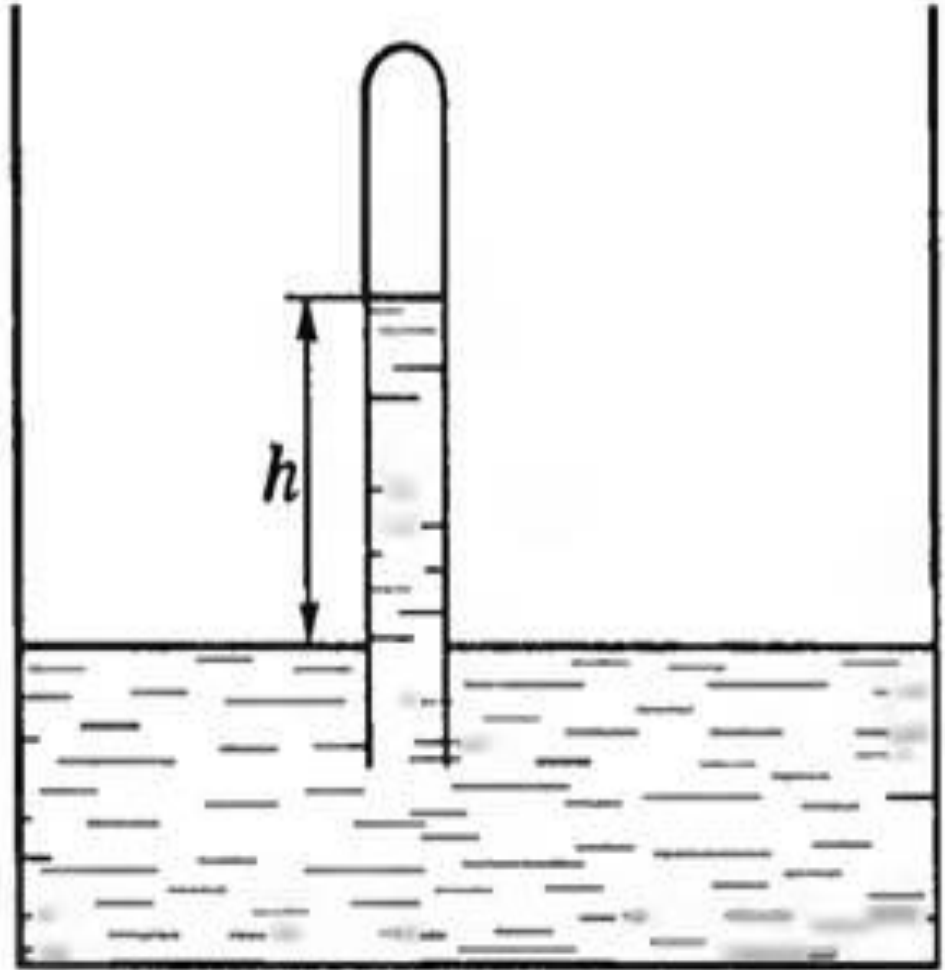
Земля окружена атмосферой — воздушной оболочкой, состоящей из смеси различных газов.

Атмосферное давление обусловлено давлением верхних слоев воздуха на нижележащие слои вследствие притяжения к Земле.

Атмосфера не имеет четкой границы, плотность ее изменяется с высотой. Поэтому рассчитать величину атмосферного давления по формуле для вычисления давления столба жидкости нельзя.

Атмосферное давление опытным путем впервые измерил Э. Торричелли в 1643 г.

Запаянную с одного конца стеклянную трубку длиной около 1 м наполняли ртутью и, закрыв отверстие другого конца, переворачивали и погружали в сосуд с ртутью



# Измерение атмосферного давления

Затем отверстие открывали, часть ртути выливалась, а в трубке оставался столб ртути определенной высоты  $h$ , гидростатическое давление которого уравнивается атмосферным давлением. Измерив таким образом высоту столба ртути, можно рассчитать атмосферное давление  $p$  — плотность ртути.

На практике атмосферное давление измеряют в миллиметрах ртутного столба.

Согласно этой формуле

1 мм рт.ст. =  $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,81 \text{ м/с}^2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 133 \text{ Па}$ . Атмосферное давление  $p_0$ , уравнивающее при  $0^\circ \text{C}$  давление столба ртути высотой 760 мм, считается **нормальным** и называется **физической атмосферой**:

$p_0 = 760 \text{ мм рт.ст.}$ ;  $1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт.ст.} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Атмосферное давление уменьшается с увеличением высоты подъема над Землей.

Это объясняется тем, что с увеличением высоты толщина сжимающего слоя атмосферы уменьшается. Однако в отличие от давления в жидкостях изменение атмосферного давления не пропорционально  $L$ , а происходит гораздо быстрее (рис. 2), что объясняется уменьшением плотности атмосферы с увеличением высоты.

ние:

$$p_a = \rho g h$$

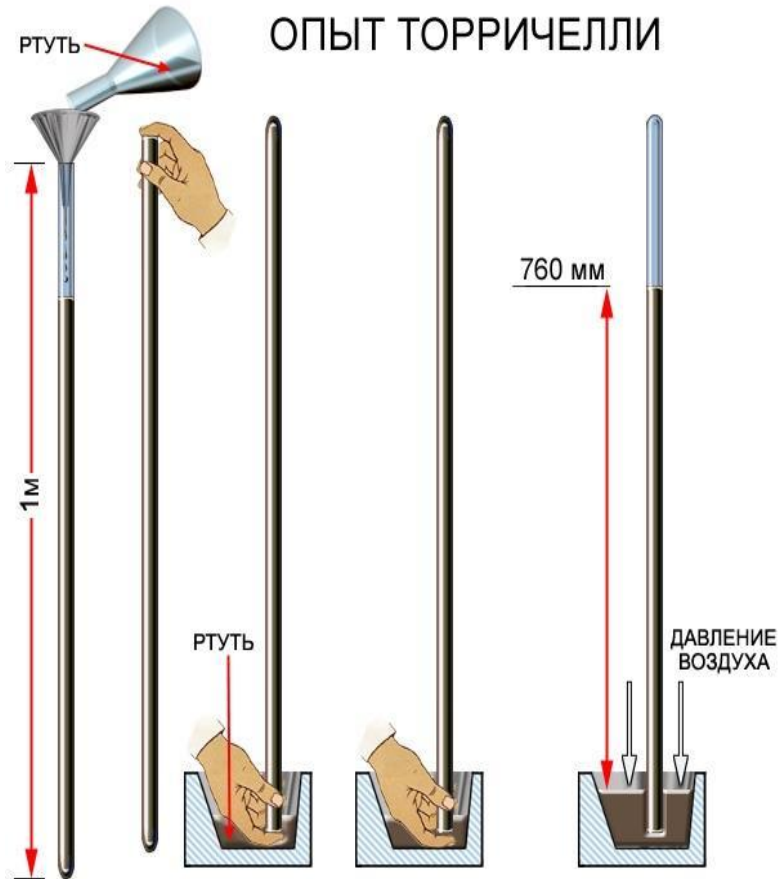
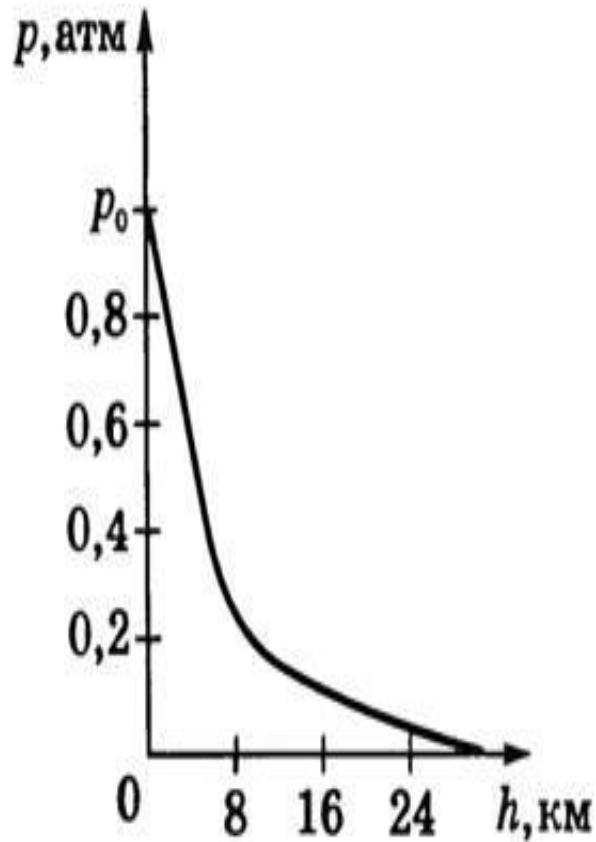
# Торричелли...

## **Вывод:**

Торричелли заметил, что высота столба ртути в трубке меняется, и эти изменения атмосферного давления как-то связаны с погодой.

Если прикрепить к трубке с ртутью вертикальную шкалу, то получится простейший ртутный барометр ( греч. «*барос*» - тяжесть, «*метрео*» - измеряю) – прибор для измерения атмосферного давления.

# Опыт Торричелли



СХЕМАТИЧЕСКОЕ  
УСТРОЙСТВО  
РТУТНОГО БАРОМЕТРА



## Барометр-анероид

**Анероид** (от [др.-греч.](#) (от др.-греч. ἀ- «не-» и νερόν «вода») — прибор для измерения [атмосферного давления](#) (от др.-греч. ἀ- «не-» и νερόν «вода») — прибор для измерения атмосферного давления, тип [барометра](#) (от др.-греч. ἀ- «не-» и νερόν «вода») — прибор для измерения атмосферного давления, тип барометра, действующий без помощи жидкости. [Погрешность](#) (от др.-греч. ἀ- «не-» и νερόν «вода») — прибор для измерения атмосферного давления, тип барометра, действующий без помощи жидкости.

Погрешность измерений анероида составляет 1—2 [мбар](#) (от др.-греч. ἀ- «не-» и νερόν «вода») — прибор для измерения атмосферного давления, тип барометра,



## Атмосферное давление на различных высотах

Каких бы размеров ни брали чашку со ртутью, какого бы диаметра ни была трубка, ртуть всегда поднимется на одну и ту же высоту - 760 мм.

Барометрической трубке можно придать различную форму, важно лишь одно, один конец трубки должен быть закрыт, чтобы сверху не было воздуха.

Можно заполнить трубку кроме ртути любой жидкостью, но нужно помнить о необходимости изменения ее длины.



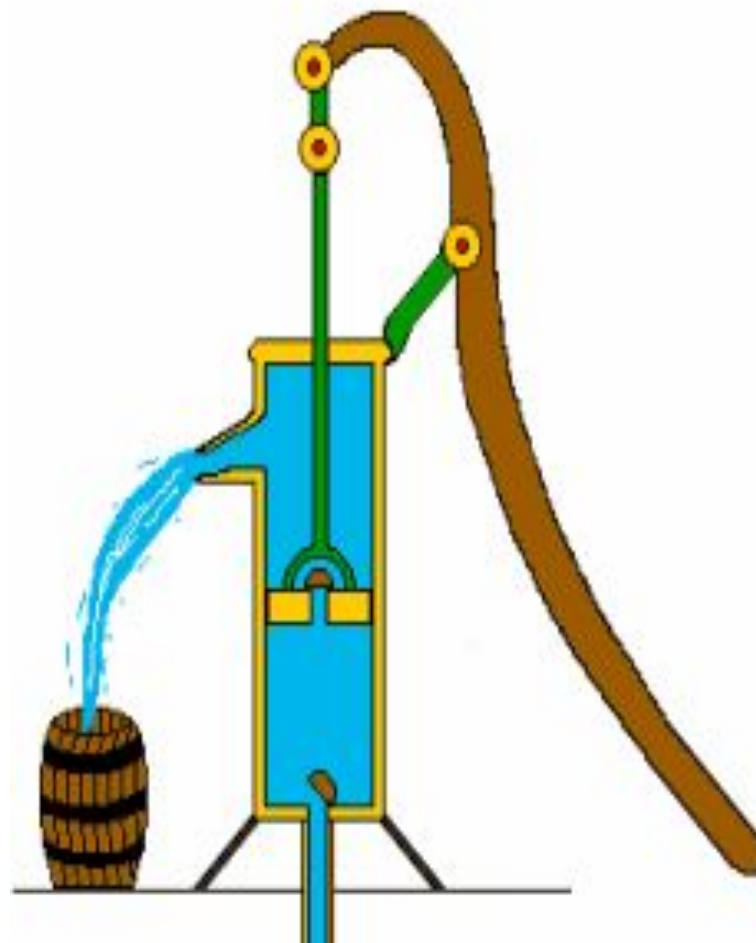
## Манометры

**Манометр** (греч. manos — редкий, неплотный, разрежённый) — прибор, измеряющий давление жидкости или газа. Принцип действия манометра основан на уравнивании измеряемого давления силой упругой деформации трубчатой пружины или более чувствительной двухпластинчатой мембраны, один конец которой запаян в держатель, а другой через тягу связан с трибно-секторным механизмом, преобразующим линейное перемещение упругого чувствительного элемента в круговое движение показывающей стрелки. [1](#)



## Поршневой жидкостный насос

**Поршневой насос** (плунжерный насос) — один из видов объёмных гидромашин, в котором вытеснителями являются один или несколько поршней ([плунжеров](#) (плунжерный насос) — один из видов объёмных гидромашин, в котором вытеснителями являются один или несколько поршней (плунжеров), совершающих возвратно-поступательное движение. В отличие от многих других объёмных [насосов](#) (плунжерный насос) — один из видов объёмных гидромашин, в котором вытеснителями являются один или несколько поршней (плунжеров), совершающих возвратно-поступательное движение. В отличие от многих других объёмных насосов, поршневые насосы не являются обратимыми, то есть, они не могут работать в качестве [гидродвигателей](#) из-за наличия





# Поршневые жидкостные насосы

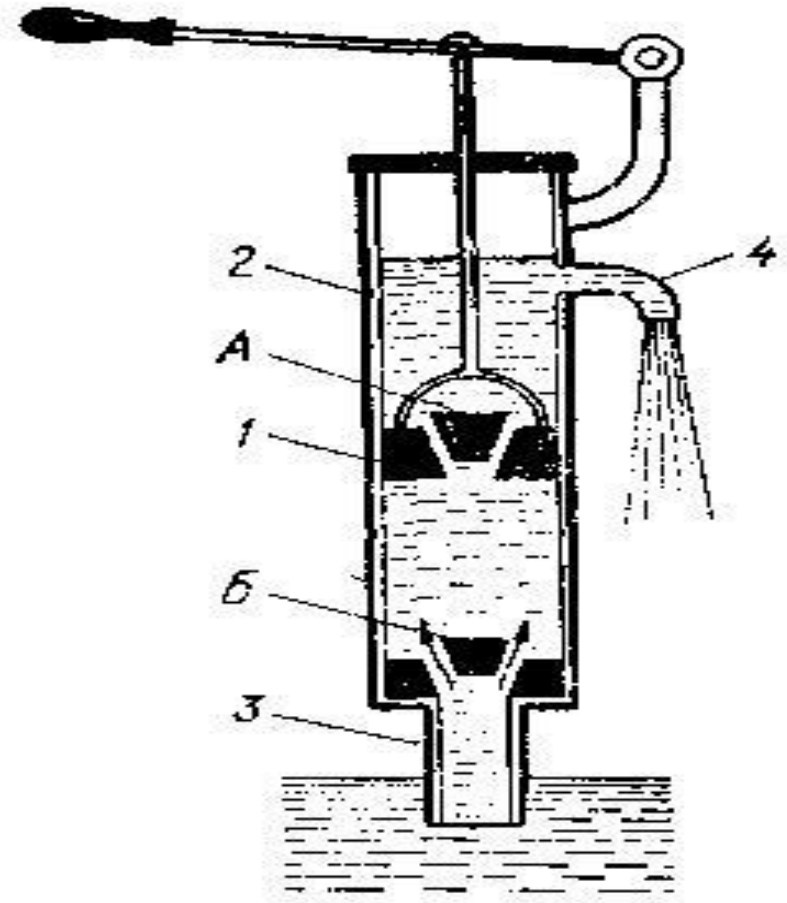


Рис. 49

## Гидравлический пресс

**Пресс** — устройство для производства высокого давления для уплотнения какого-либо вещества, выжимания жидкостей, изменения формы изделий, подъема и перемещения тяжестей.

По конструкции прессы делят на четыре типа:

клиновые

винтовые

рычажные

гидравлические.



# Гидравлический пресс

- Гидравлический пресс — это промышленная машина, которая позволяет, прилагая в одном месте небольшое усилие, одновременно получать в другом месте высокое усилие. Гидравлический пресс состоит из двух сообщающихся гидравлических цилиндров (с поршнями) разного диаметра. Цилиндр заполняется гидравлической жидкостью Гидравлический пресс — это промышленная машина, которая позволяет, прилагая в одном месте небольшое усилие, одновременно получать в другом месте высокое усилие. Гидравлический пресс состоит из двух сообщающихся гидравлических цилиндров (с поршнями) разного диаметра. Цилиндр заполняется гидравлической жидкостью водой, маслом или другой подходящей жидкостью. По законам французского философа и гениального ученого Паскаля Гидравлический пресс — это промышленная машина, которая позволяет, прилагая в одном месте небольшое усилие, одновременно получать в другом месте высокое усилие. Гидравлический пресс состоит из двух сообщающихся гидравлических цилиндров (с поршнями) разного диаметра. Цилиндр заполняется гидравлической жидкостью водой, маслом или другой подходящей жидкостью. По законам французского философа и гениального ученого Паскаля,

# Гидравлический пресс



# Действие жидкости и газа на погруженное в них тело

## Способы измерения выталкивающей силы:

$$а) F_{\text{выт}} = P_{\text{тела в возд}} - P_{\text{тела в жидк}};$$
$$б) F_{\text{выт}} = P_{\text{выт.жидк}}.$$

Сила, выталкивающая тело из жидкости или газа, направлена противоположно силе тяжести, приложенной к этому телу.

Поэтому если какое-либо тело взвесить в жидкости или газе, то его вес окажется меньше веса в вакууме (пустоте). Именно этим объясняется, что в воде мы иногда легко поднимаем тела, которые с трудом удерживаем в воздухе.

### ? Вопросы

1. Какие известные вам из жизни явления указывают на существование выталкивающей силы? 2. Как доказать, основываясь на законе Паскаля, существование выталкивающей силы, действующей на тело, погруженное в жидкость? 3. Как показать на опыте, что на тело, находящееся в жидкости, действует выталкивающая сила? 4. Как на опыте показать, что на тело, находящееся в газе, действует выталкивающая сила?

## Архимедова сила

Зависимость давления в жидкости или газе от глубины погружения тела приводит к появлению выталкивающей силы / или иначе силы Архимеда /, действующей на любое тело, погруженное в жидкость или газ. Архимедова сила направлена всегда противоположно силе тяжести, поэтому вес тела в жидкости или газе всегда меньше веса этого тела в вакууме. Величина Архимедовой силы определяется по закону Архимеда. Закон назван в честь древнегреческого [ученого Архимеда](#), жившего в 3 веке до нашей эры.

$$F_A = \rho_{ж} V g$$

## Архимед

АРХИМЕД АРХИМЕД (ок. 287-212 до н. э.) - древнегреческий ученый. Родом из Сиракуз (Сицилия). Разработал

предвосхитившие [интегральное исчисление](#) АРХИМЕД АРХИМЕД

(ок. 287-212 до н. э.) - древнегреческий ученый. Родом из Сиракуз (Сицилия).

Разработал предвосхитившие интегральное исчисление методы нахождения площадей, поверхностей и объемов различных фигур и тел. В основополагающих трудах по статике и гидростатике

([Закон](#) АРХИМЕД АРХИМЕД (ок. 287-212 до н. э.) -

древнегреческий ученый. Родом из Сиракуз (Сицилия).

Разработал предвосхитившие интегральное исчисление методы нахождения площадей, поверхностей и объемов различных фигур и тел. В



## Плавание тел

**Плавание** —

способность

тела —

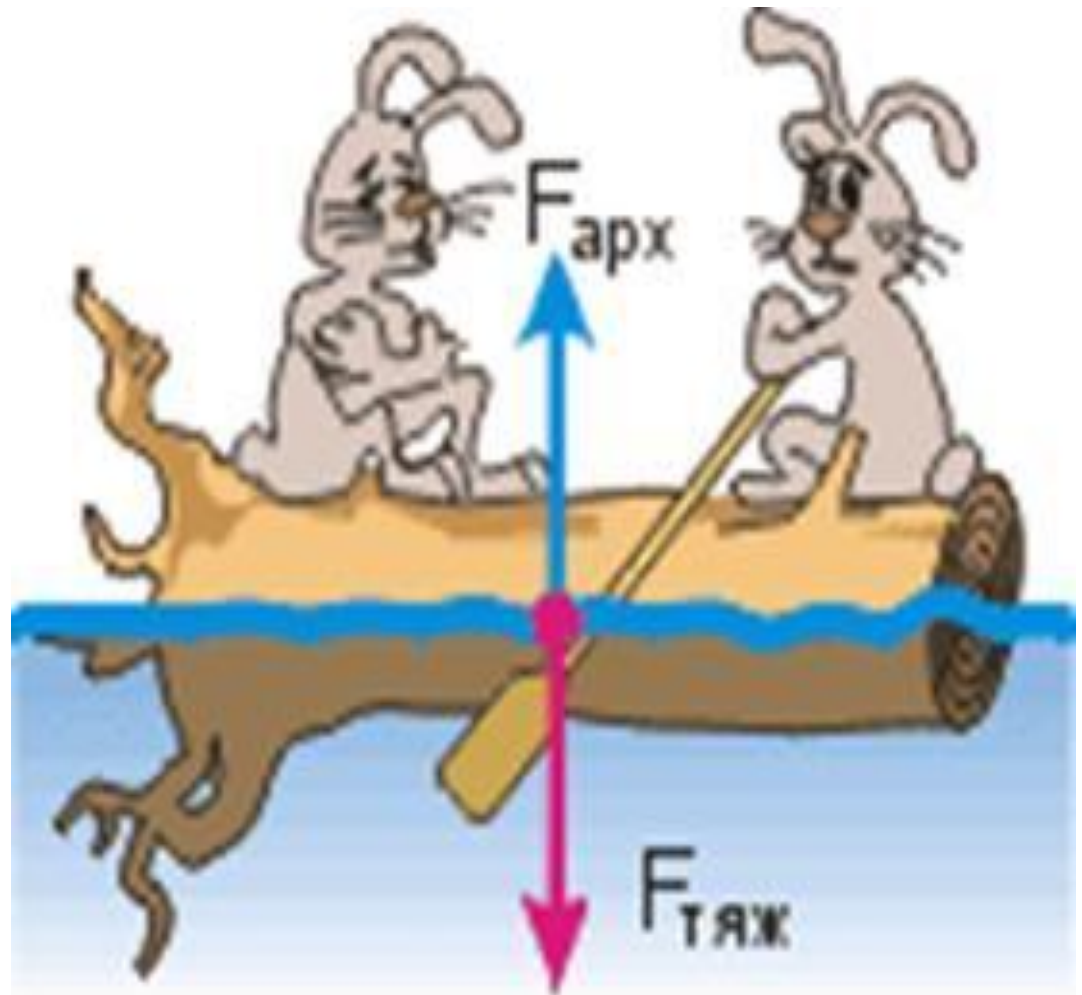
способность тела  
удерживаться на  
поверхности

жидкости —

способность тела  
удерживаться на  
поверхности

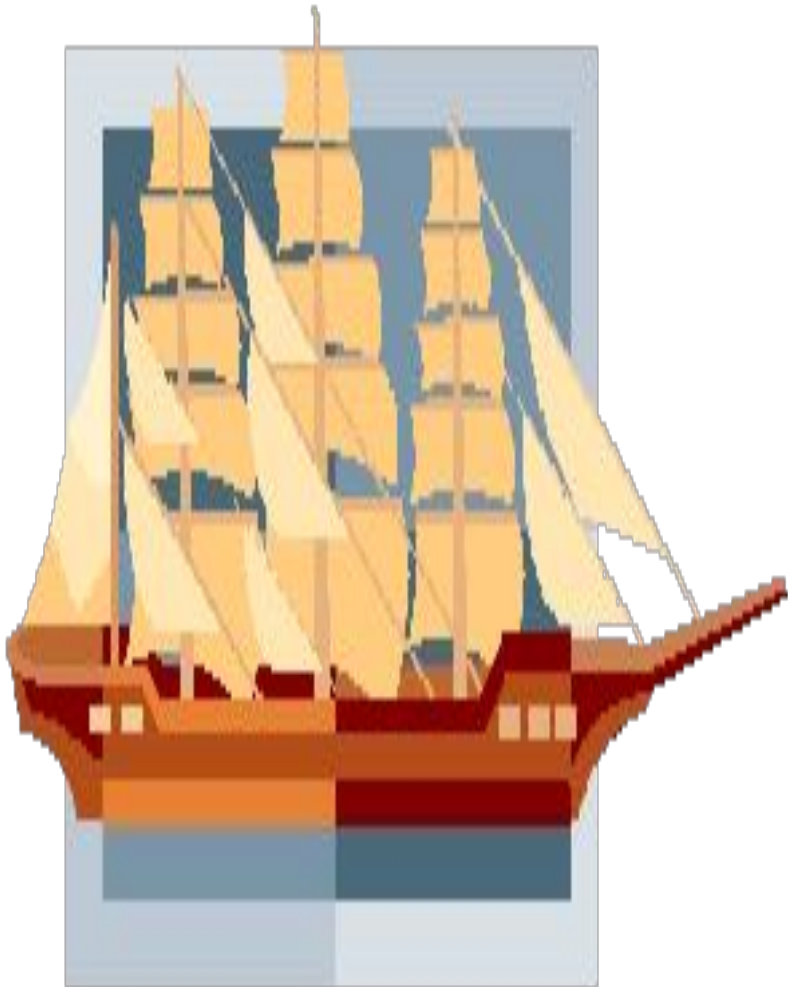
жидкости или на  
определенном  
уровне внутри  
жидкости или

газа — способность





# Плавание тел



# Плавание судов



# Воздухоплавание

*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты*  
*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли*  
*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли на летательных аппаратах*  
*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли на летательных аппаратах легче воздуха*  
*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли на летательных аппаратах легче воздуха (в отличие от авиации)*  
*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли на летательных аппаратах легче воздуха (в отличие от авиации, использующей летательные аппараты тяжелее воздуха)*  
*Пилатр де Розье и Маркиз д'Арланд*  
*Воздухоплавание (аэронавтика) — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли на летательных аппаратах*



# Воздухоплавание



**Конец!!!**