

# Методический анализ темы «Давление твердых тел, жидкостей и газов» (25 часов)



*Из-за разности давлений в жидкости на разных уровнях возникает выталкивающая или архимедова сила  $F_a = \rho g V$*

Узловые вопросы темы:

1. Давление твердого тела на твердое тело.
2. Давление извне на газ или жидкость.
3. Весовое давление (жидкость, атмосферное давление)
4. Тело в весомай жидкости, газе

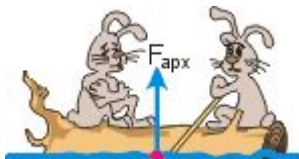
# Знания и умения, формируемые в теме:

## Знания:

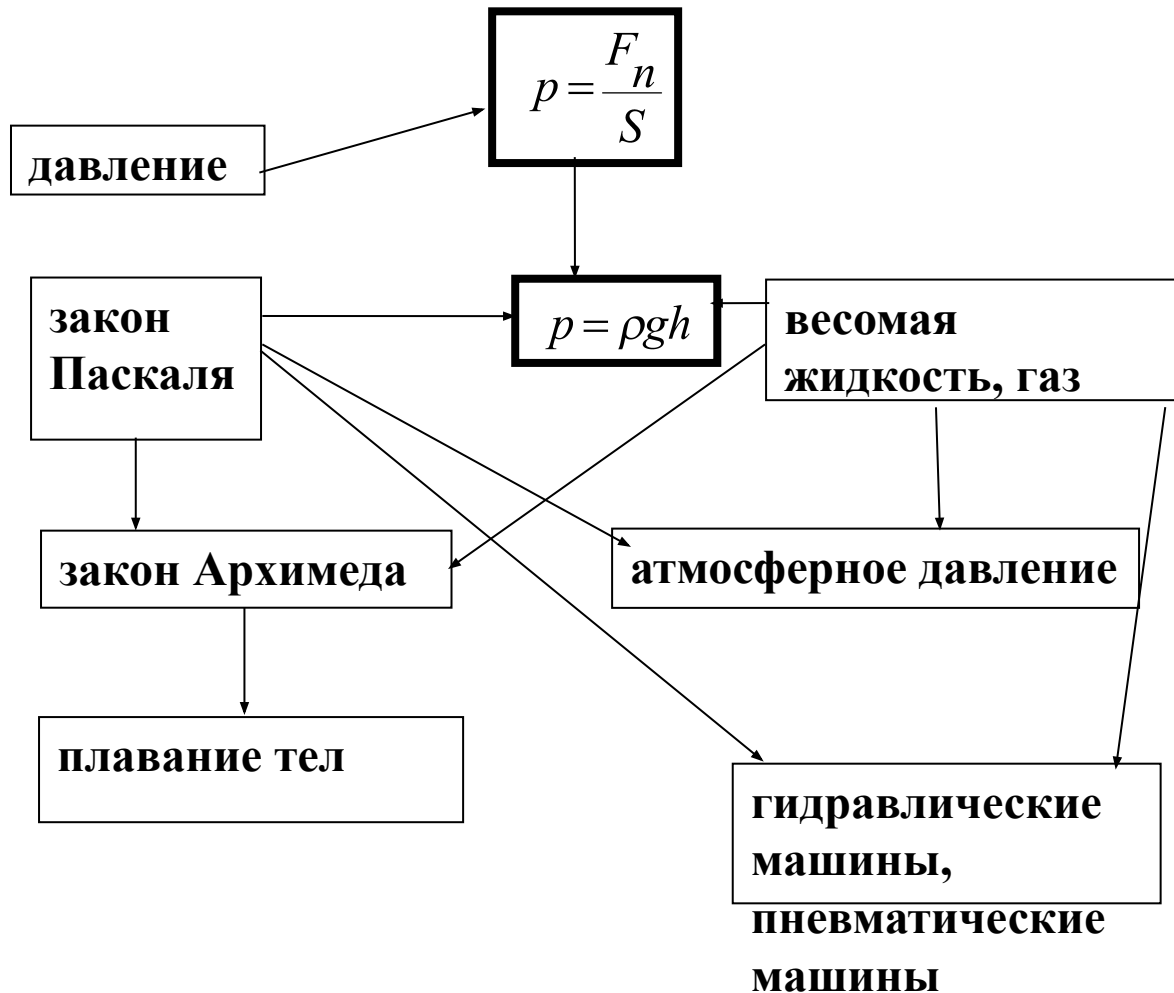
- Физические величины: давление, давление жидкости, выталкивающая сила, нормальное атмосферное давление.
- Закон Паскаля.
- Физические явления: давление газа, атмосферное давление, плавание тел.
- Приборы и установки: сообщающиеся сосуды, гидравлические машины, барометр-анероид, манометр, жидкостный насос



**Умения:** применять знания о строении жидкостей и газов для объяснения *закона Паскаля*; применять знания об *архимедовой силе* на практике; объяснять устройство и уметь пользоваться *барометром*; рисовать схему и объяснять действие *гидравлической машины, сообщающихся сосудов*; решать *задачи* на применение закона Паскаля, расчет архимедовой силы, давления, поведения тел в жидкости.



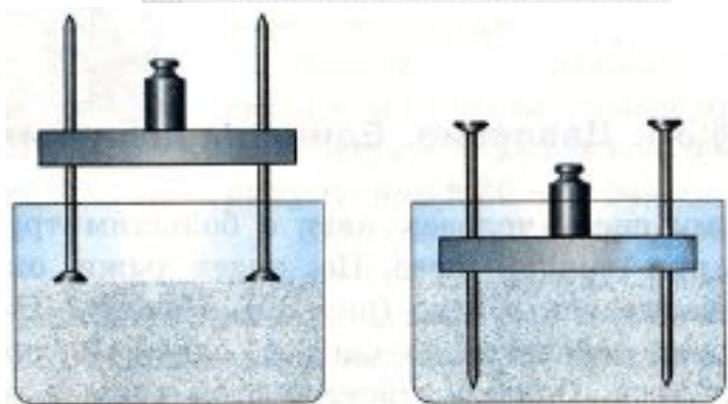
# Связь между темами, структура раздела



# 1. Основные элементы понятия давления

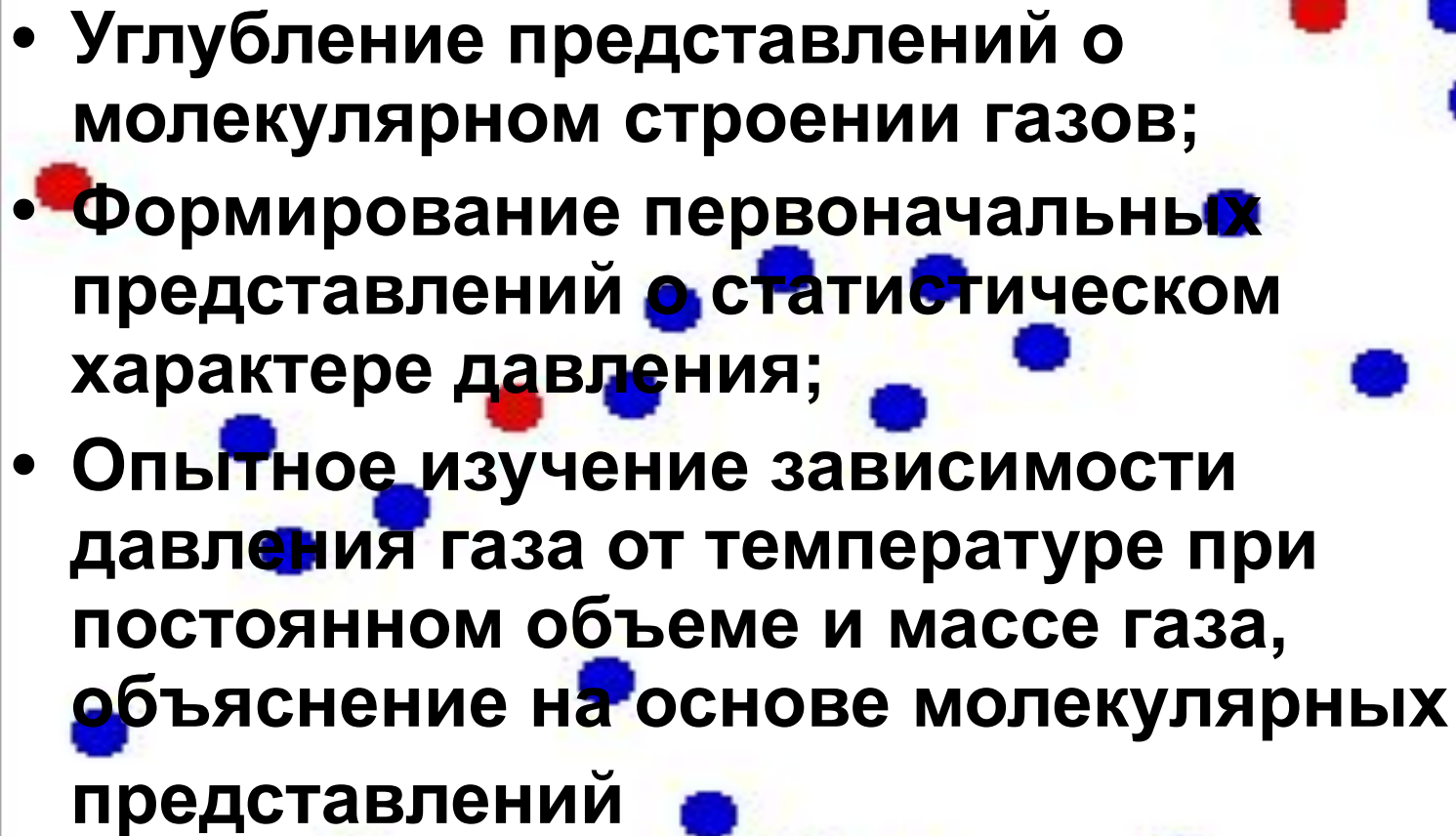


9 Опишите явление

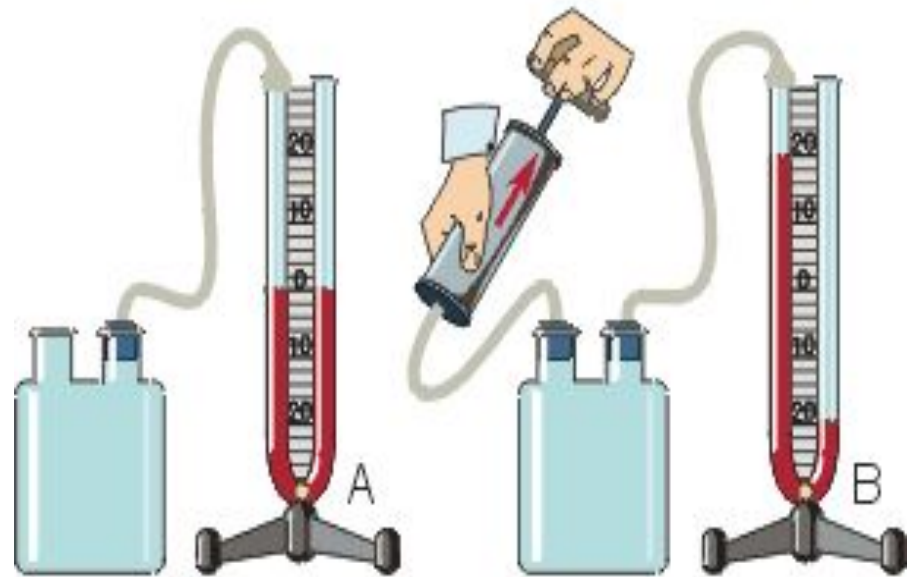
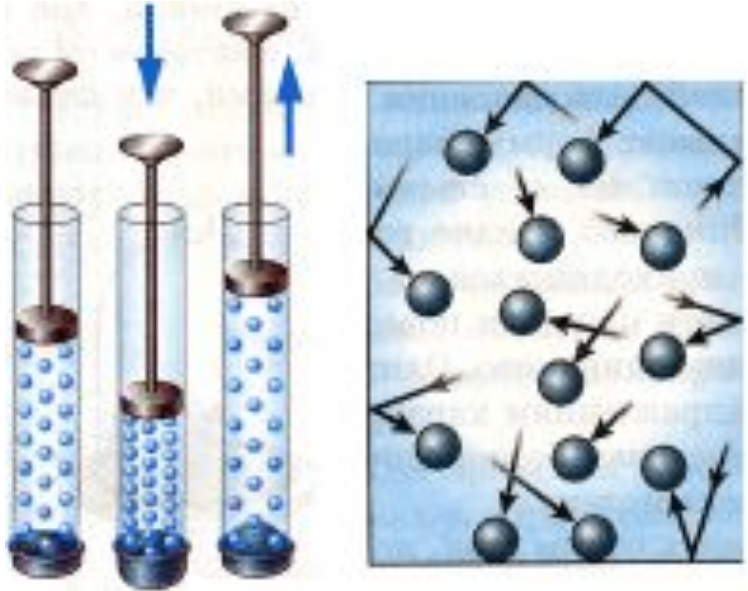


- Род – скалярная физическая величина
- Вид – характеризует действие силы на поверхность
- Словесное определение
- Определительная формула:  $P = \frac{F_{\perp}}{S}$
- Существенные признаки: зависит от силы, направленной перпендикулярно на поверхность, от ее площади (эксперимент, житейский опыт)
- Единицы измерения
- Применение на практике
- Решение задач

## *Методические рекомендации к изучению темы «Давление газа»*

- Углубление представлений о молекулярном строении газов;
  - Формирование первоначальных представлений о статистическом характере давления;
  - Опытное изучение зависимости давления газа от температуры при постоянном объеме и массе газа, объяснение на основе молекулярных представлений
- 

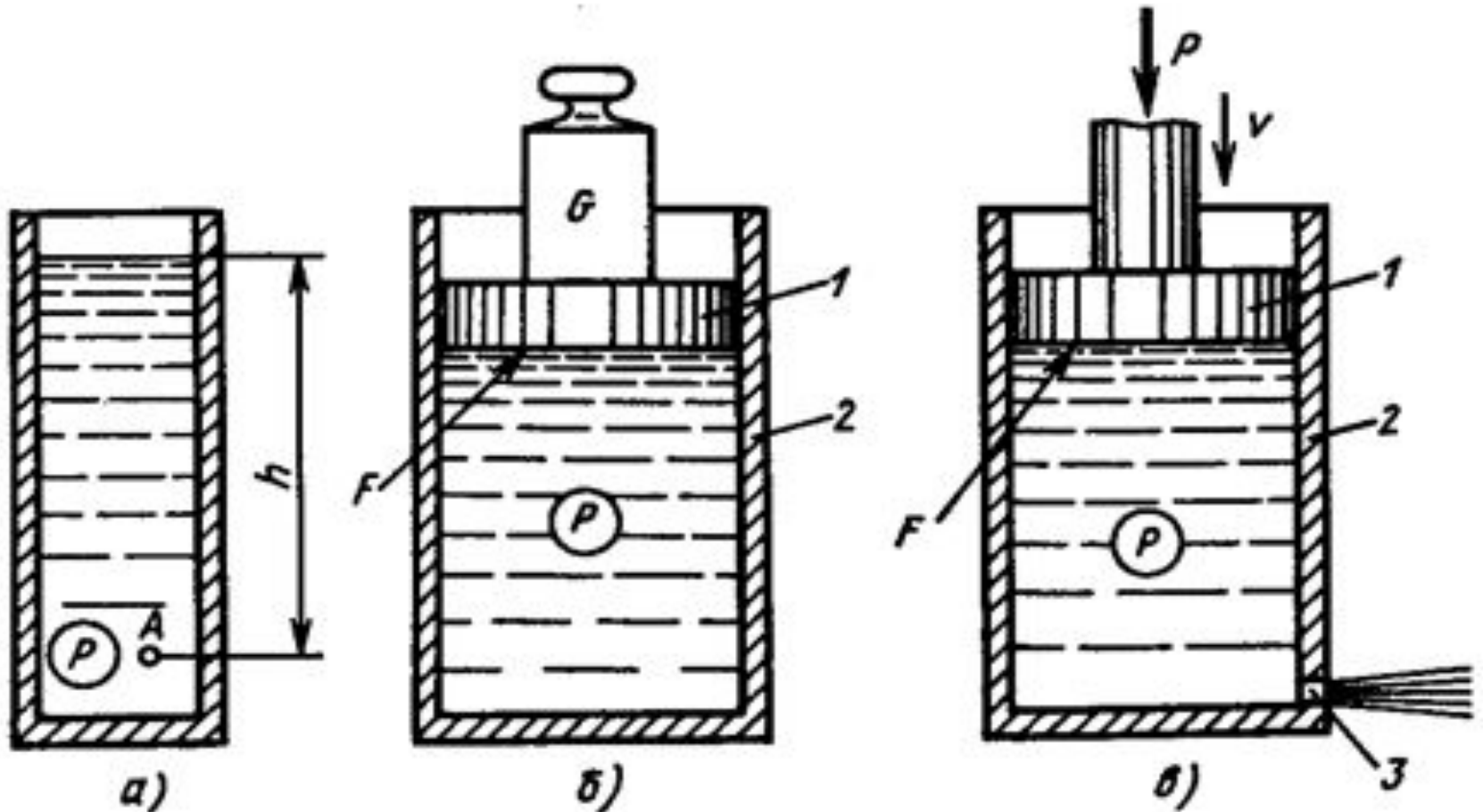
**Опытное изучение зависимости давления газа от объема при постоянной температуре и массе газа;**



**а) Объяснение с молекулярной точки зрения;**

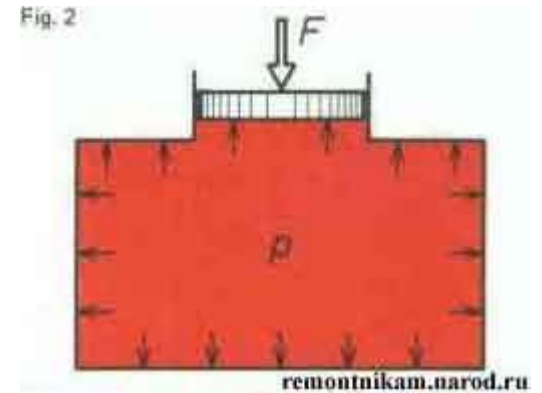
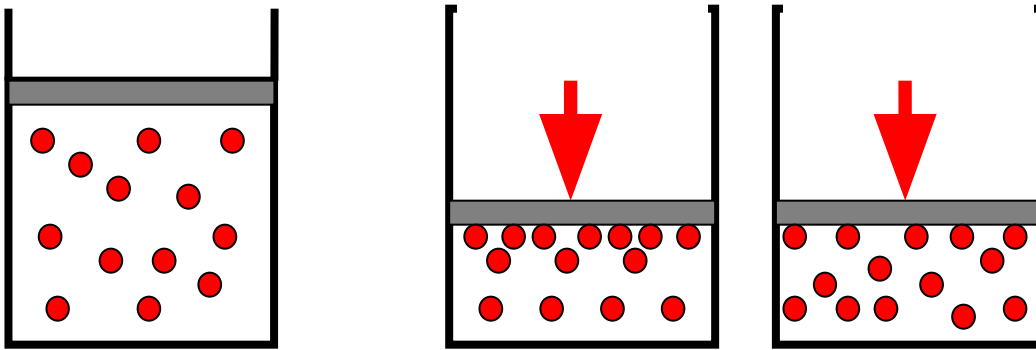
**б) постановка опыта**

## Способы создания давления на жидкость и газ



а) весовое давление; б) давление извне на поверхность неподвижной жидкости; в) давление извне на движущуюся жидкость (гидродинамика)

## 2. а) Объяснение передачи давления жидкостью или газом с молекулярной точки зрения

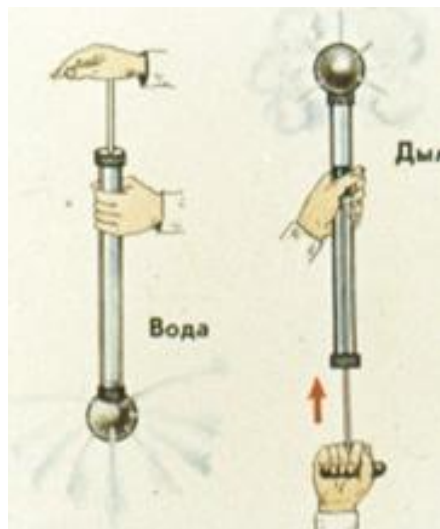
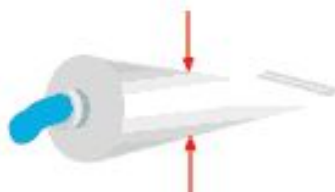


1. Молекулы жидкости, так же как и молекулы газа перемещаются внутри жидкости, изменяя свое положение. Они **подвижны**, поэтому расположены **равномерно** по всему объему.
2. При действии силы на поршень, в начальный момент концентрация молекул около поршня больше, чем в других местах.
3. Вследствие **подвижности** молекул очень быстро их распределение выравнивается. Концентрация увеличилась во всем объеме, значит, **давление одинаково возросло** во все объеме.



## 2б). Закон Паскаля: давление, оказываемое на жидкость или газ передается по всем направлениям одинаково

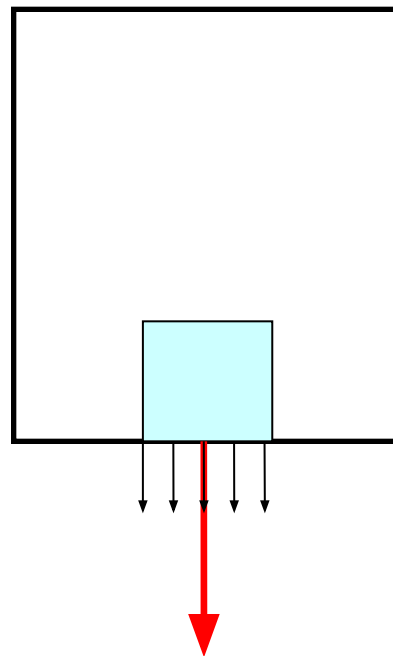
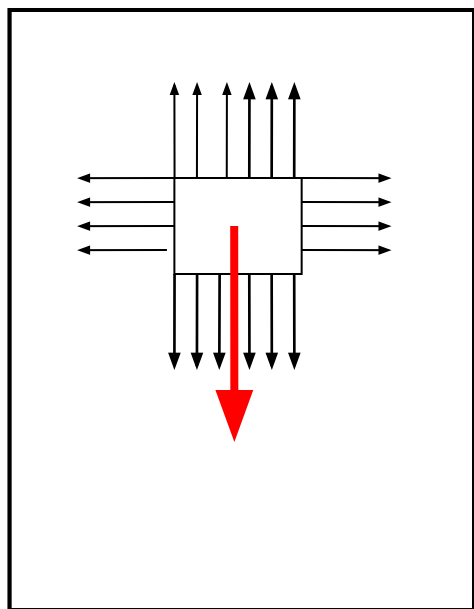
### Опыты, объясняемые законом Паскаля



**Блез Паскаль (1623-1662)**- великий французский философ, математик, физик. Сформулировал закон передачи давления газами и жидкостями, вывел формулу давления жидкостей, вывел принципы действия гидравлических машин.

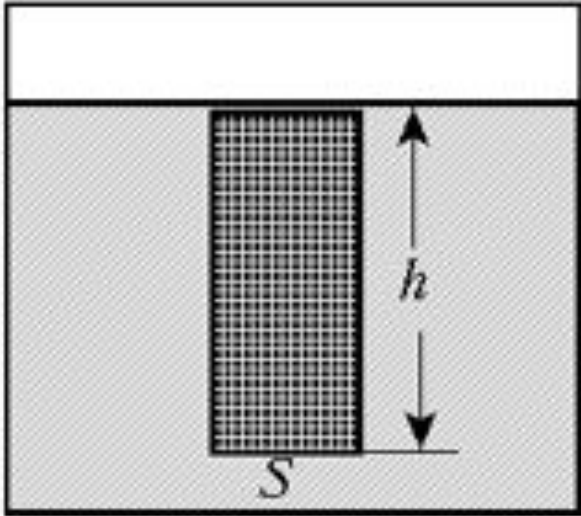


# Сравнение передачи давления жидкостью и твердым телом



**Жидкости передают давление по всем направлениям одинаково, твердые тела передают давление в направлении действующей силы.**

### 3. К изучению темы «давление в жидкости и газе» (весовое давление)



Вывод формулы и опыты по гидростатическому давлению

$$m = \rho V; \quad V = Sh;$$

$$m = \rho Sh;$$

$$P = gm;$$

$$P = g\rho Sh;$$

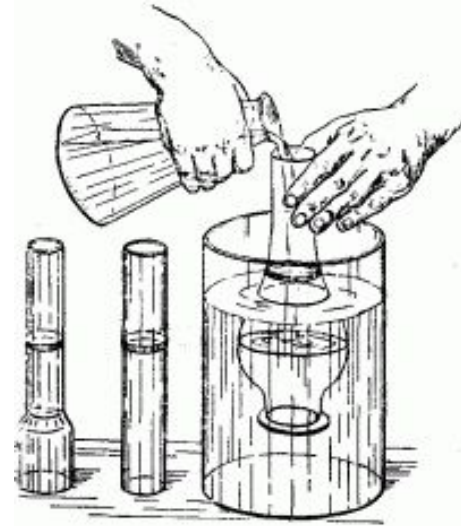
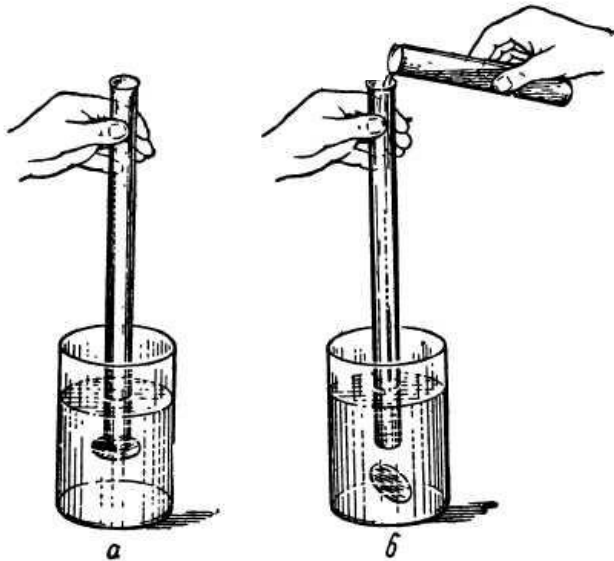
$$p = \frac{P}{S}; p = \frac{g\rho Sh}{S};$$



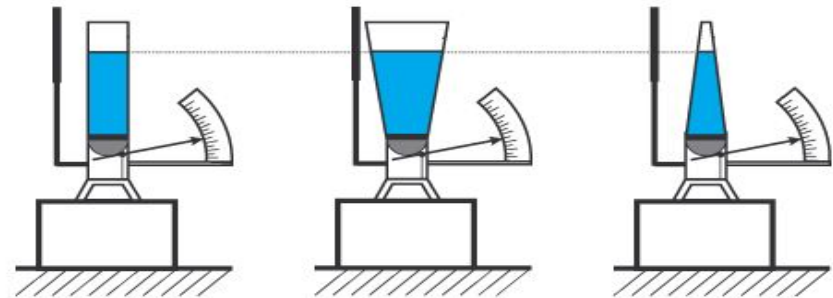
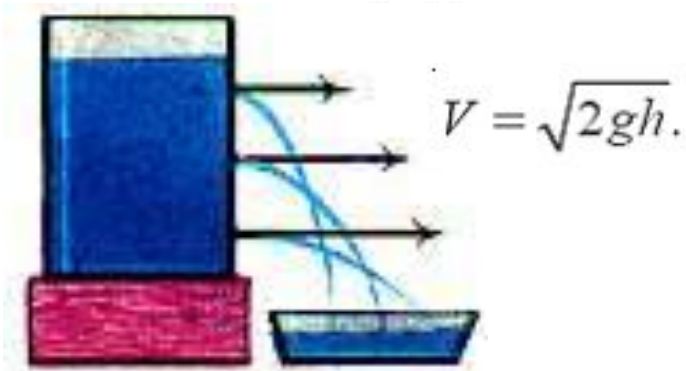
Гидростатический парадокс Паскаля

$$p = \rho gh$$

# Демонстрация гидростатического давления



Прижатая к дну  
пластинка  
отпадает, когда  
высота  
жидкости в  
трубке  
сравнивается с  
высотой  
уровня воды в  
сосуде



Опыт Торричелли для  
давления жидкости

## Тема «сообщающиеся сосуды».

Решаемые вопросы: а) Почему жидкость в сообщающихся сосудах устанавливается на одном уровне?

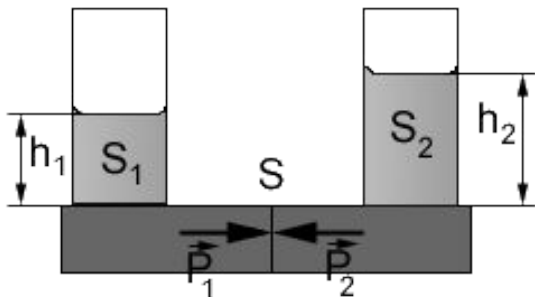
б) Всегда ли это происходит?

Сосуды соединенные между собой в нижней части и открытые в верхней называются сообщающимися сосудами.

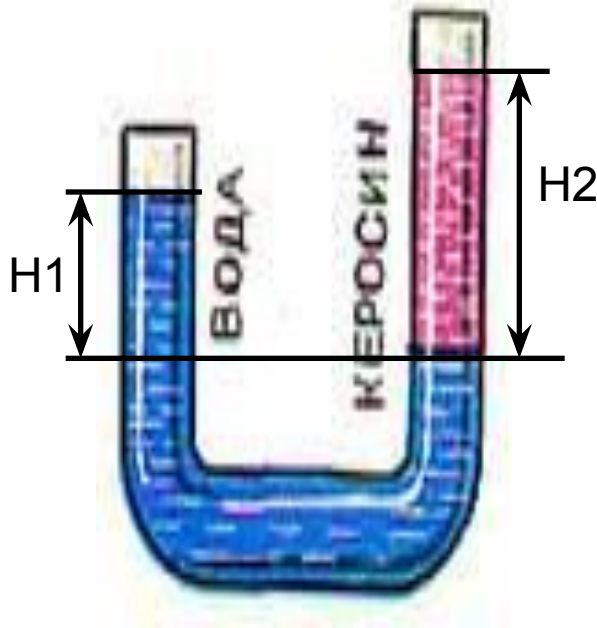
**Закон сообщающихся сосудов:**

- Пусть в правой части высота уровня жидкости относительно выбранной линии больше в левой, значит давление  $P_2 > P_1$ ;
- Жидкость переливается влево до тех пор, пока не сравняются уровни, а значит и давления.

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



## ***Всегда ли выполняется закон? Вывод формулы связи плотности жидкостей с высотой столба***



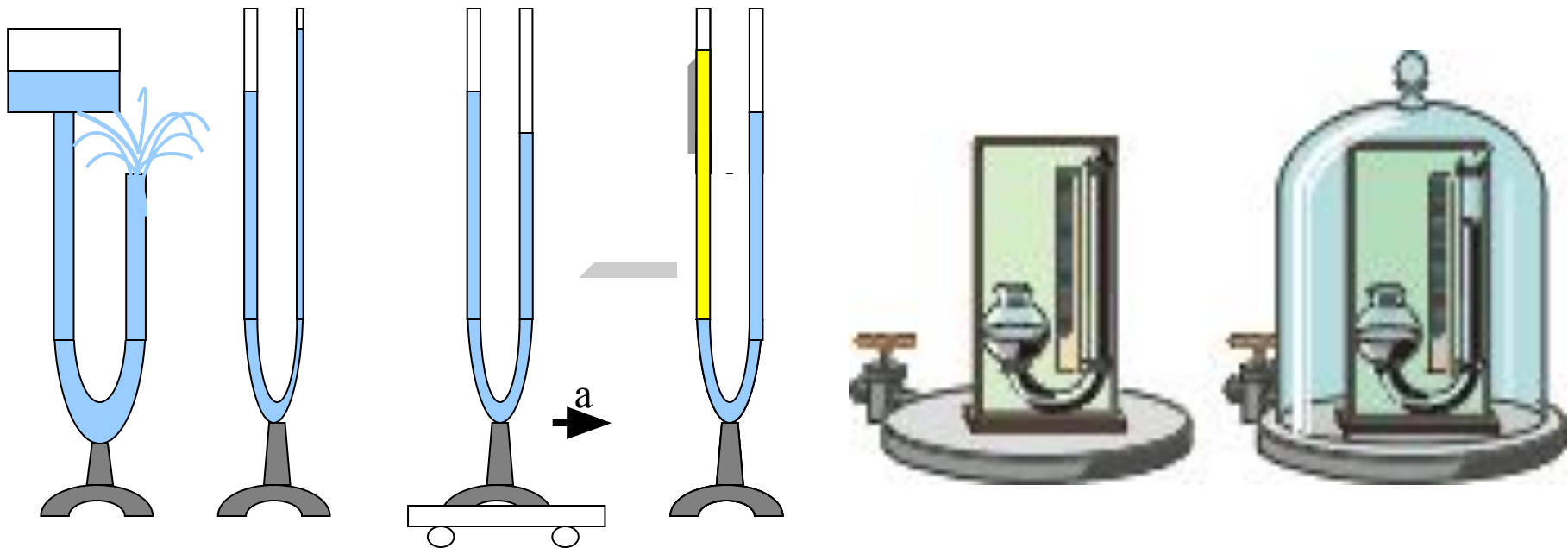
$$\rho_1 g H_1 = \rho_2 g H_2$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{H_2}{H_1}$$

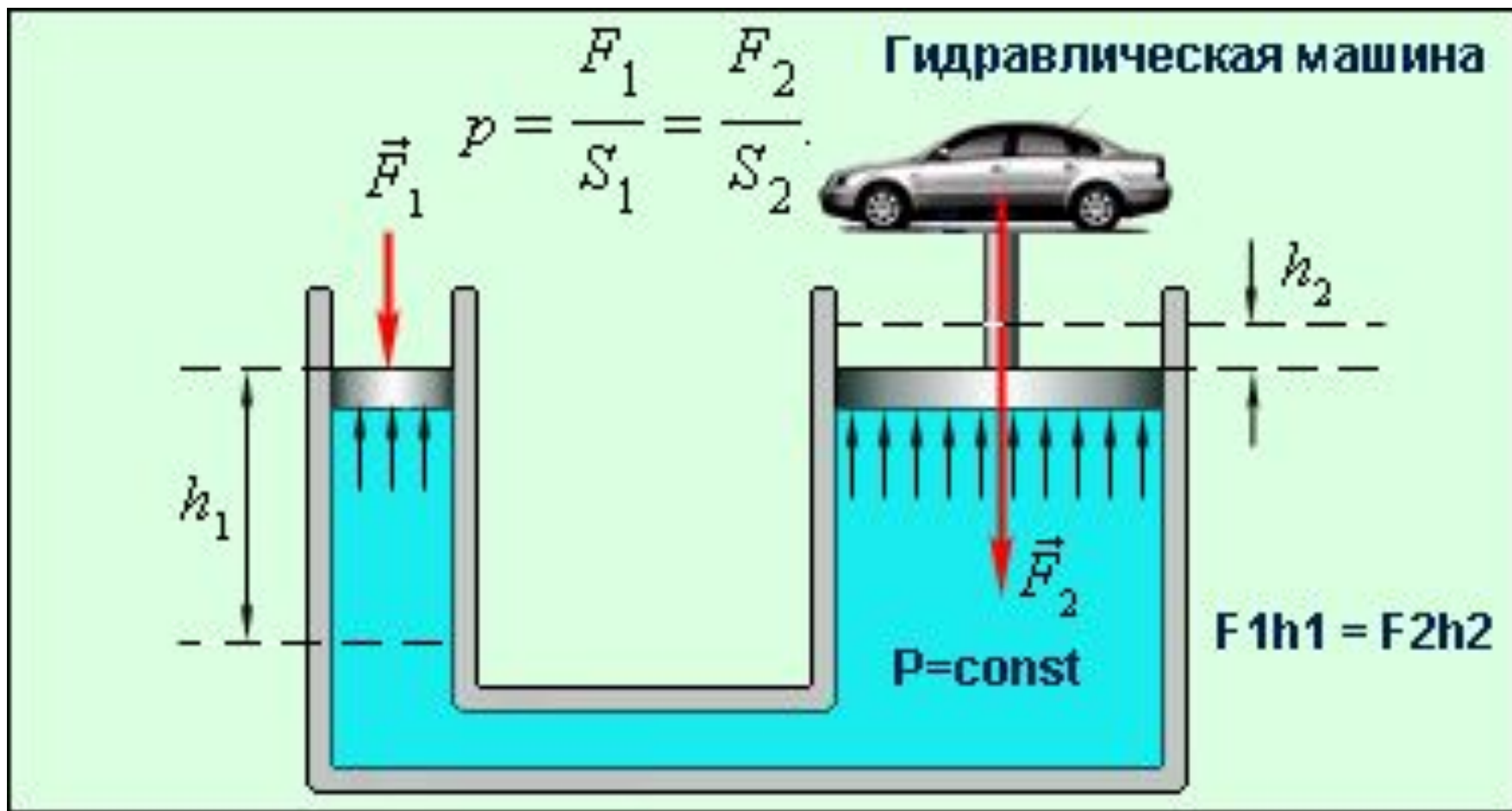
**При равенстве давлений высота столба жидкости с большей плотностью будет меньше столба жидкости с меньшей плотностью**

## Случаи нарушения закона сообщающихся сосудов

а) при движении жидкости; б) в случае, когда одно колено является капиллярной трубкой; в) при движении сообщающихся сосудов с ускорением; г) при разнородных жидкостях; д) при разных давлениях над поверхностями жидкостей.



**Установки (манометры, поршневые жидкостные насосы, гидравлический пресс), объясняемые законом Паскаля и давлением жидкости:**





## Содержание темы «Атмосферное давление»

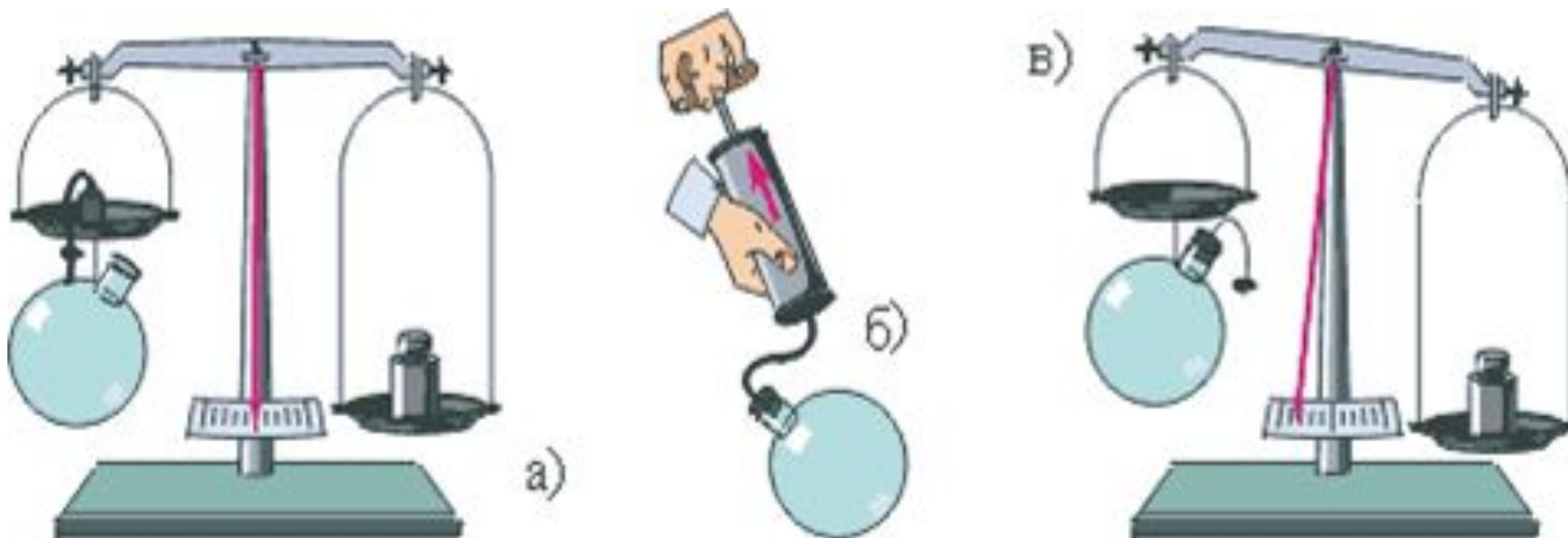
- § 40. Вес воздуха.  
Атмосферное давление.
- §41. Почему существует  
воздушная оболочка Земли.
- §42. Измерение  
атмосферного давления.  
Опыт Торричелли
- §43. Барометр-анероид
- §44. Атмосферное давление  
на различных высотах



Торричелли изобретает барометр  
(со старинного рисунка)

**Эванджелиста Торричелли (1608-1647), знаменитый итальянский физик, ученик Галилея, открыл атмосферное давление.**

## Опытное доказательство веса воздуха (опыт Галилея)



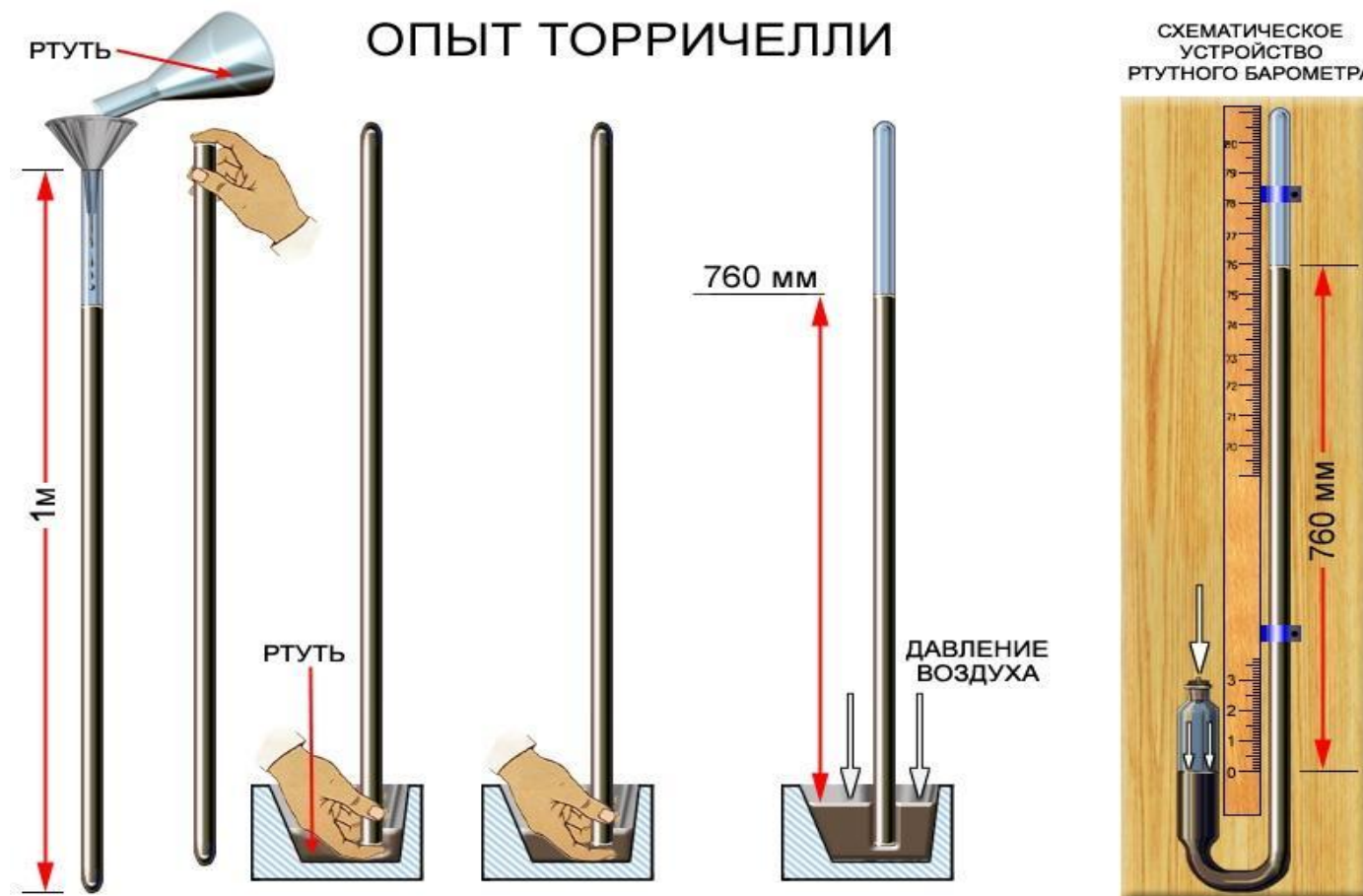
**а) шар уравнивается на рычажных весах.**

**б) воздух откачивается из колбы и крепко закрывается пробкой;**

**в) колба снова укрепляется к чашке весов. Равновесие чашек нарушено. Разница в массе случая а) и случая в) дает массу воздуха в шаре.**

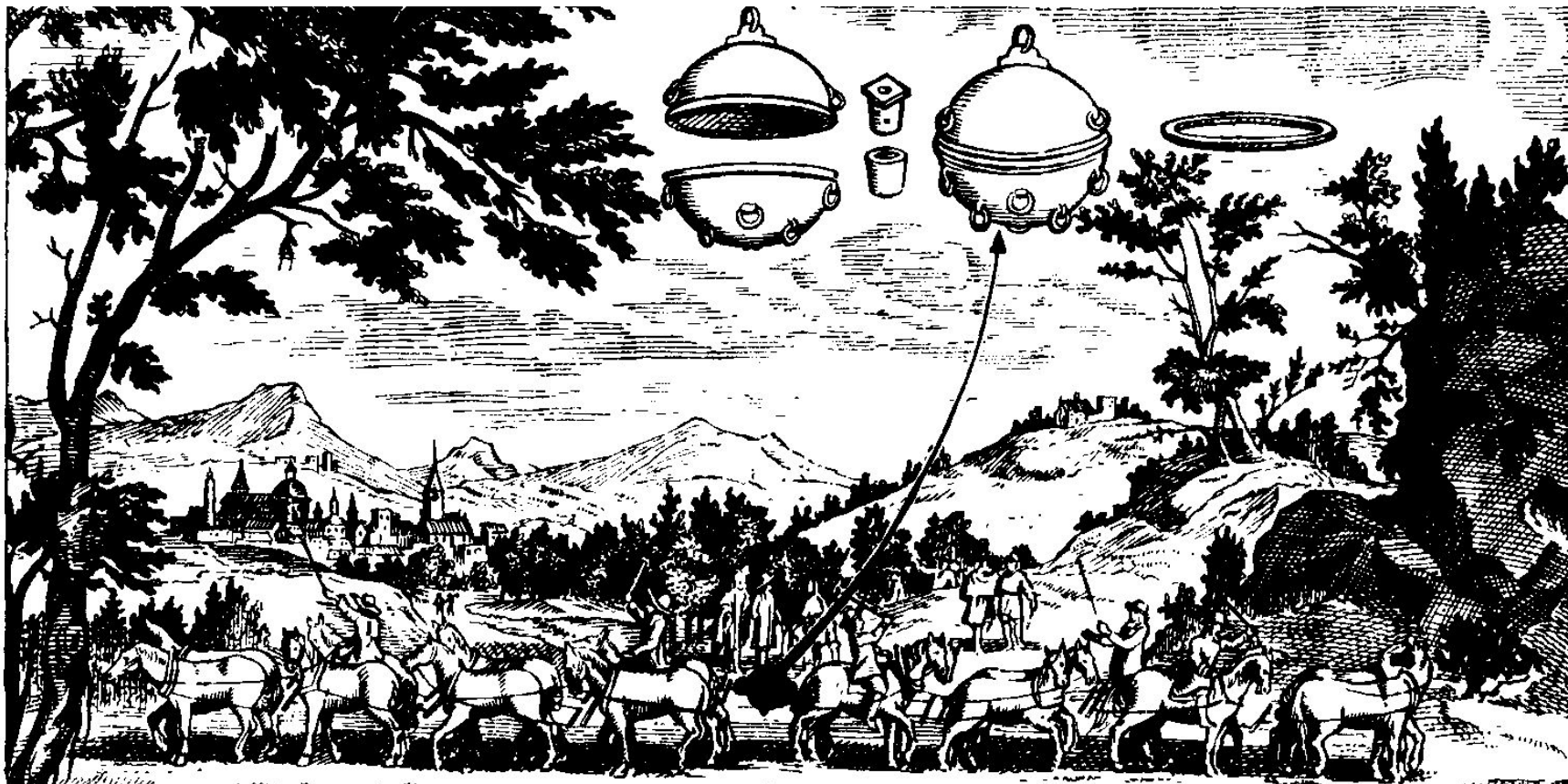
## Объяснение атмосферы с молекулярной точки зрения.

**Признак** атмосферного давления – прижимающая поверхность сила,  
**условие** – вес воздуха, **причина** – притяжение молекул воздуха к Земле и их тепловое, беспорядочное движение



3. Опыт Торричелли. Расчет атмосферного давления

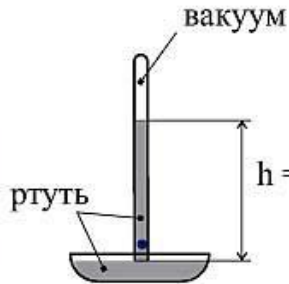
*Опыт Герике (бурмистр города Магдебурга) по  
доказательству существования атмосферного давления  
(старинная гравюра)*



ГИДРОСТАТИКА

**Опыт Торричелли.**  
**Измерение атмосферного давления**

Опыт Торричелли

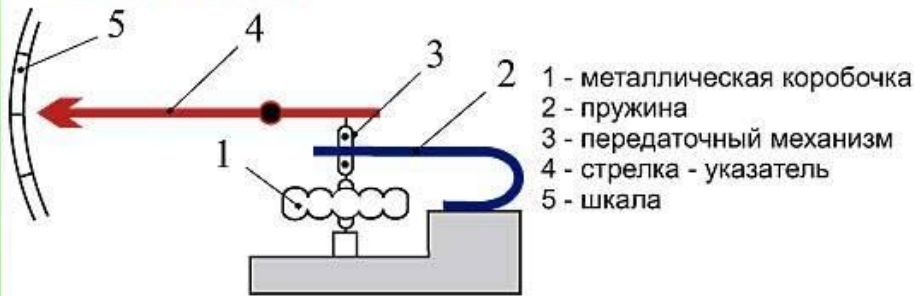


$$P = \rho_{рт} g h$$

$$P = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 760 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 101300 \text{ Н/м}^2$$

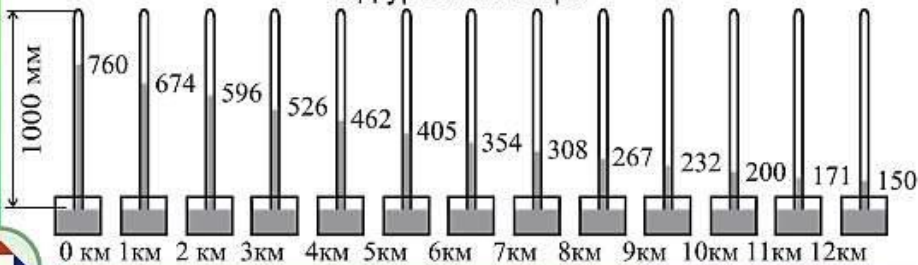
Нормальное атмосферное давление  $P = 101300 \text{ Па}$

Барометр - aneroid



- 1 - металлическая коробочка
- 2 - пружина
- 3 - передаточный механизм
- 4 - стрелка - указатель
- 5 - шкала

Атмосферное давление на различных высотах над уровнем моря



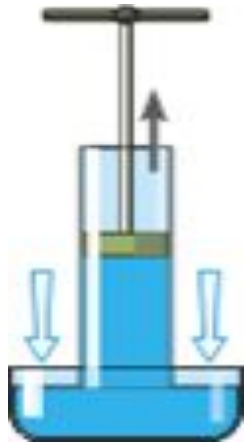
**Учебный  
транспарант по  
изучению опыта  
Торричелли**

**Барометры**

**Изменение  
давления с  
высотой**



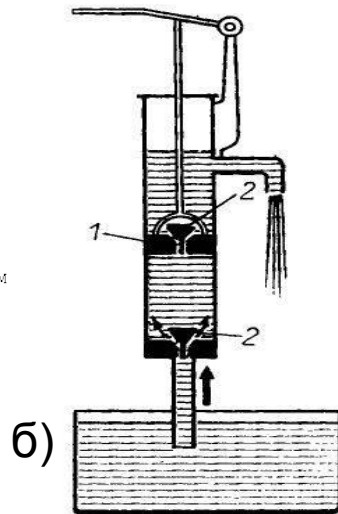
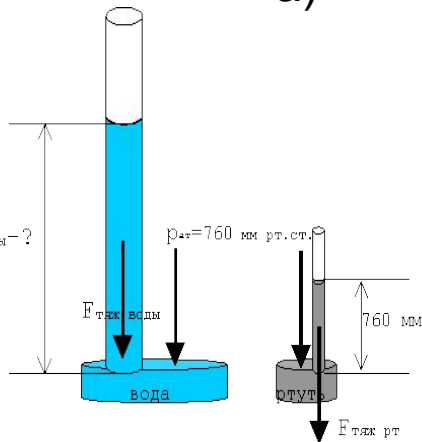
# Эксперименты и устройства, доказывающие атмосферное давление



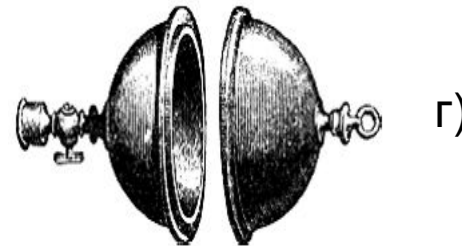
а)

*Эксперименты и установки  
(манометры, поршневые  
жидкостные насосы,  
гидравлический пресс):*

- а) Вода поднимается за поршнем;
- б) Действие насосов объясняется атмосферным давлением.
- в) Атмосферное давление не дает воде пролиться из стакана.



б)



г)

г) Магдебургские шары, с помощью которых в XVII веке подтвердили существование атмосферного давления



в)

## 4. Тело в весомерной жидкости или газе (10 уроков)

### Содержание темы:

§48. Действие жидкости и газа на погруженные в них тела.

§49. Архимедова сила.

§50. Плавание тел.

§51. Плавание судов.

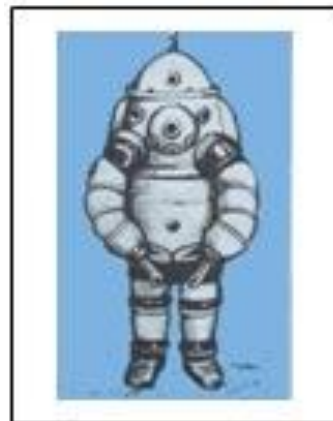
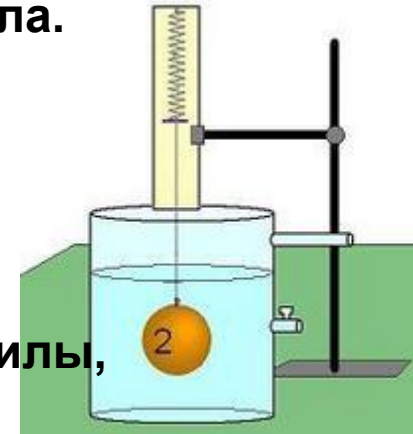
§52. Воздухоплавание.

Лабораторная работа «Определение выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело».

Лабораторная работа «Выяснение условий плавания тела в жидкости».

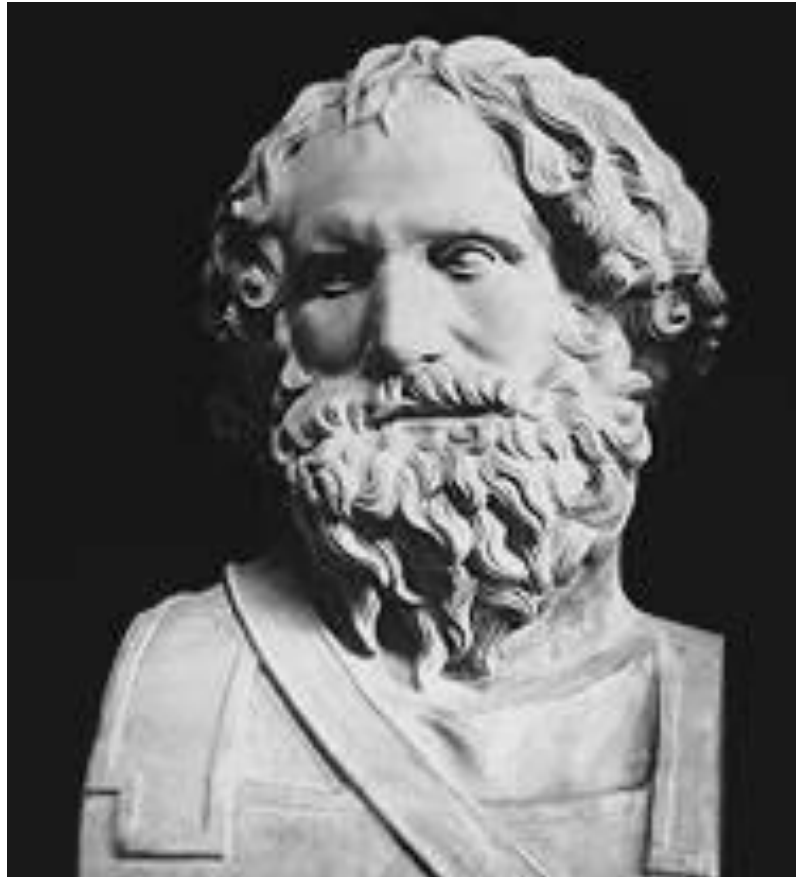
Решение задач.

Контрольная работа



# *Методика изучения закона Архимеда и следствий из него*

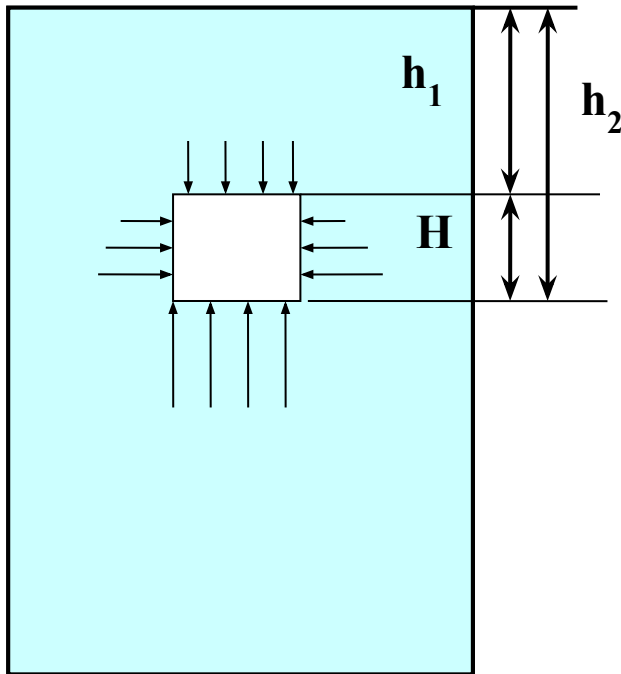
**Древнегреческий мыслитель, механик, астроном, военный инженер, физик. Основоположник статики как раздела механики, сформулировал основные положения гидростатики, условия плавания тел, существование выталкивающей силы в весоной жидкости.**



**Архимед  
(287 – 212 г.до н.э.)**

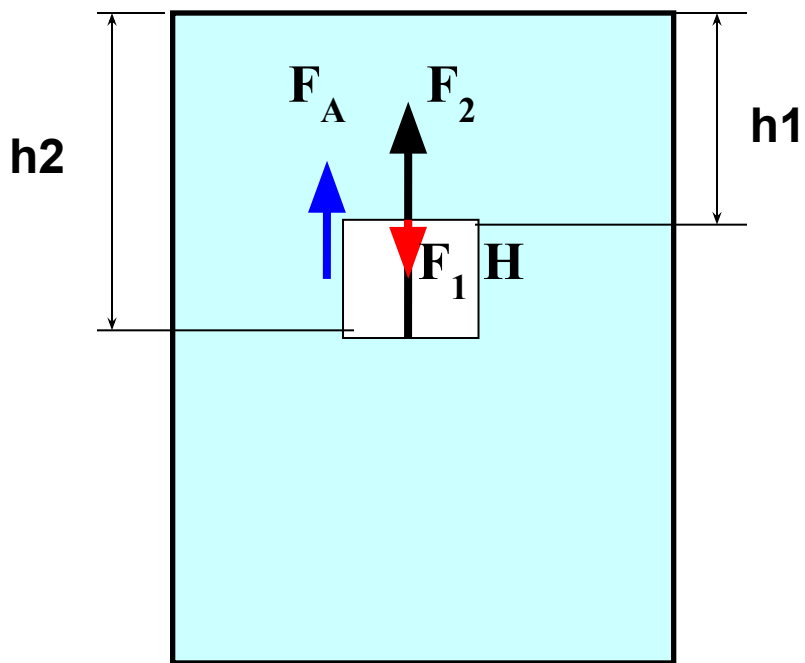


# Дедуктивное изучение темы: самостоятельный расчет выталкивающей силы



- Рассчитать, на сколько больше давит жидкость на нижнюю грань бруска, чем на верхнюю?
- Жидкость – ... (задать)
  - Объем бруска - ... (задать)
  - Площадь сечения бруска - ... (задать)
  - Глубина погружения верхней части – ... (задать)
  - Давление на верхнюю грань - ... (рассчитать)
  - Давление на нижнюю грань – ... (рассчитать)
  - Сила давления на верхнюю грань,  $F_1$  – ... (рассчитать)
  - Сила давления на нижнюю грань,  $F_2$  – ... (рассчитать)
  - $F_2 - F_1 = \dots$  (рассчитать, сделать вывод)

# Вывод формулы выталкивающей силы



$$p_1 = \rho g h_1 \quad F_1 = \rho g h_1 S$$

$$p_2 = \rho g h_2 \quad F_2 = \rho g h_2 S$$

$$F_2 > F_1$$

$$F_A = F_2 - F_1$$

$$F_A = \rho g h_2 S - \rho g h_1 S = \rho g S (h_2 - h_1) = \rho g H S$$

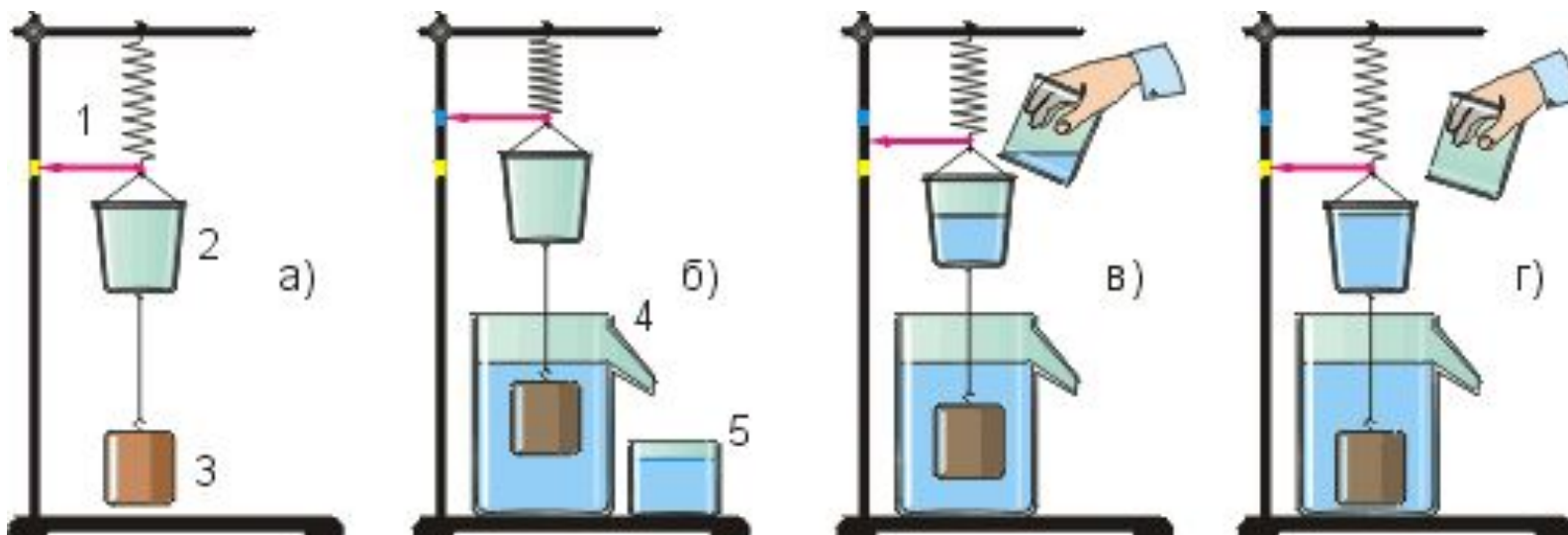
$$F = \rho_{\text{жс}} g V_m \quad m_{\text{жс}} = \rho_{\text{жс}} V_m$$

$$F_A = P_{\text{ж}}$$

Выталкивающая сила равна весу  
жидкости в объеме этого тела

# Последовательность постановки опыта с ведерком Архимеда

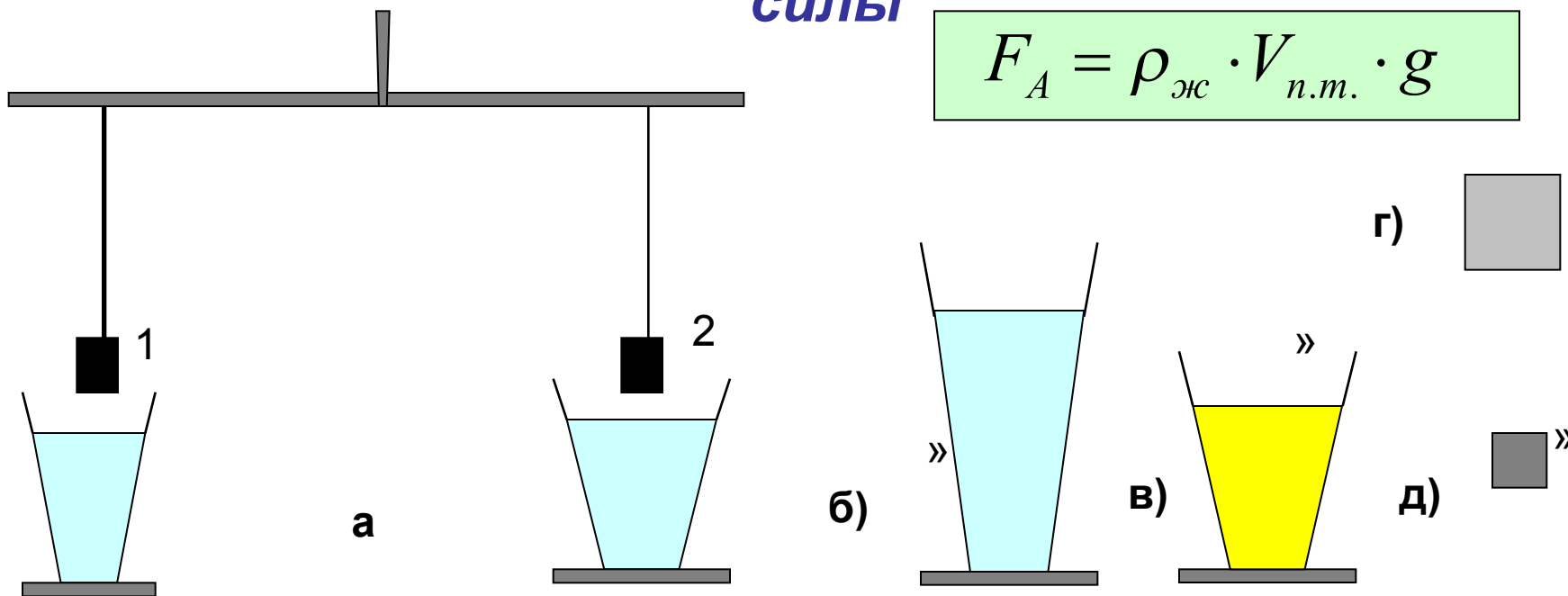
- а) Определить вес тела в воздухе. Отметить показание динамометра.
- б) Определить вес тела в воде. Отметить показание динамометра.  
*Вывод: на тело действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх.*
- в) Налить в полый цилиндр воду, объемом равным объему сплошного цилиндра.
- г) Наблюдать за растяжением пружины и отметить его. *Вывод: выталкивающая сила равна весу вытесненной воды.*



# Демонстрации по варьированию существенными и несущественными признаками Архимедовой

силы

$$F_A = \rho_{жс} \cdot V_{п.т.} \cdot g$$

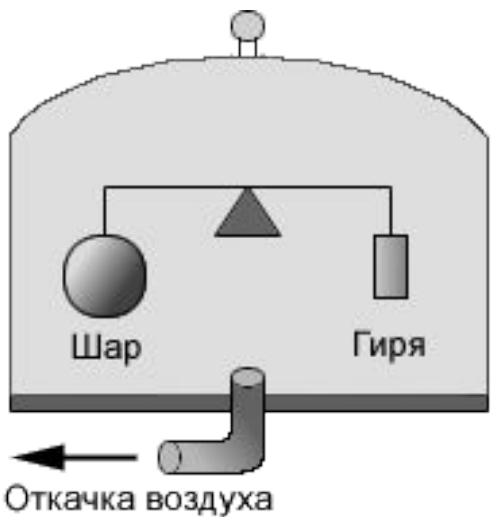


- а) уравновесить на рычаге два тела одинаковой массы и объема;  
б) изменять глубину погружения в жидкость груза 2;  
в) опустить груз 2 в другую жидкость; г) заменить груз 2 на груз большего объема, но такой же массы; д) заменить груз 2 на груз такого же объема, но другой массы.

По каждому опыту сделать вывод.



# Углубление понятия «сила Архимеда»: выталкивающая сила в газах, воздухоплавание, подъемная сила



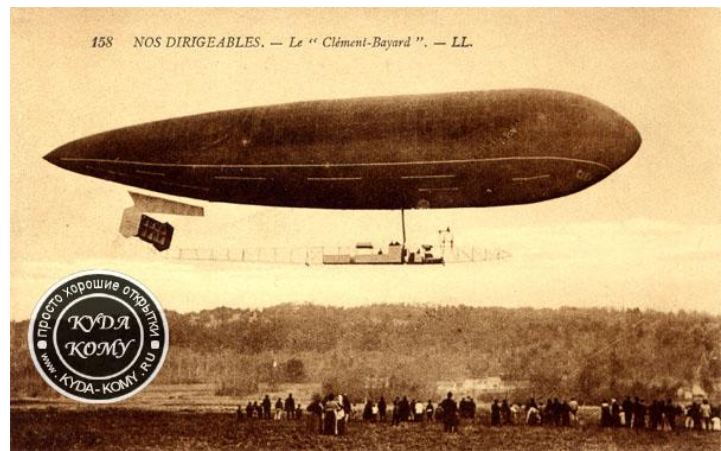
Демонстрация  
выталкивающей  
силы в воздухе

*Подъемная сила – сила  
тяжести груза,  
который может  
поднять аэростат:*

$$F_{\text{под}} = \rho_{\text{вз}} g V_{\text{аэр}} - m g_{\text{аэр}}$$



Современные аэростаты и дирижабль

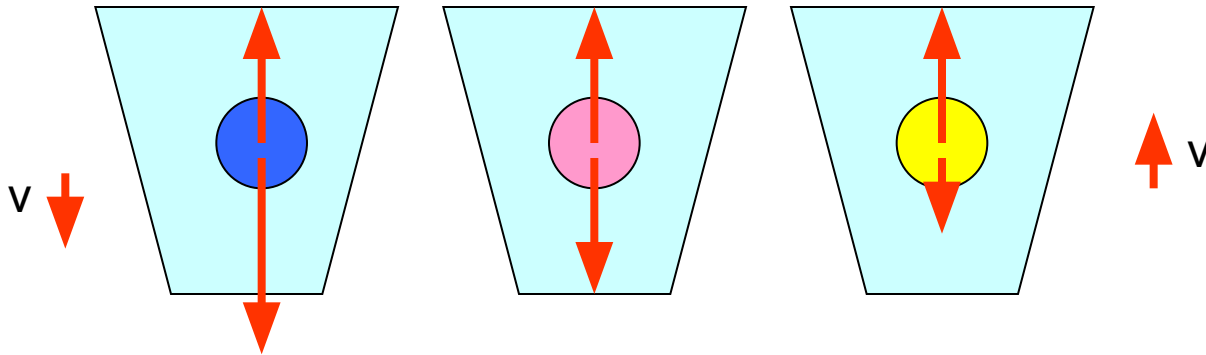


# Методические рекомендации по изучению плавания тел (сравнение сил, сравнение плотностей)

тонет

в равновесии

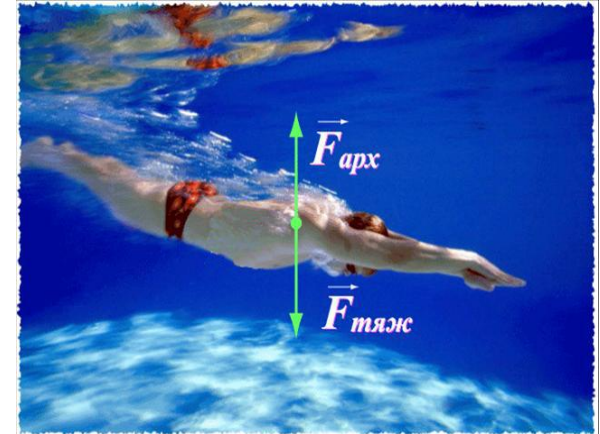
всплывает



$$F_A < F_T$$

$$F_A = F_T$$

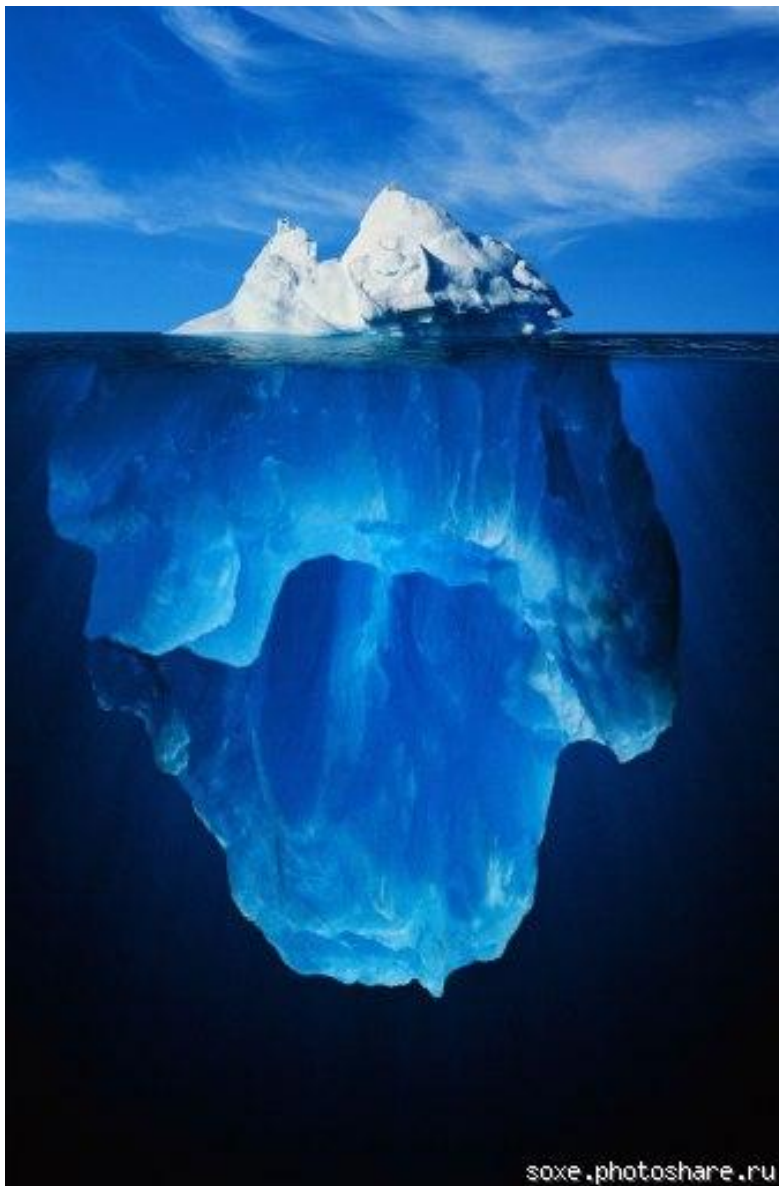
$$F_A > F_T$$



$$F_T = mg = \rho_T \cdot V_{n.m.} \cdot g$$

$$F_A = \rho_{жс} \cdot V_{n.m.} \cdot g$$

а) при  $\rho_m > \rho_{жс}$  тело тонет; б) при  $\rho_m = \rho_{жс}$  тело находится в жидкости в равновесии; в) при  $\rho_m < \rho_{жс}$  тело всплывает.



**Средняя плотность  
аэростатов уменьшается за  
счет нагревания воздуха  
внутри него**

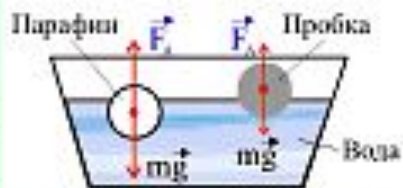
**Плотность льда  $900 \text{ кг/м}^3$  – плавает,  
погрузившись на  $9/10$  объема в воду**

ГИДРОСТАТИКА

Плавание тел



Вес плавающего тела всегда равен весу жидкости, вытесненной телом



$$\rho_{\text{воды}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{пробки}} = 0,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{парафина}} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

**Задание 1:** Докажите: чем меньше плотность тела по сравнению с плотностью жидкости, тем меньшая часть объема тела погружена в жидкость

**Задание 2:** Объясните, каков эффект увеличения или уменьшения размера плавательного пузыря.



ареометр



Картезианский водолаз

Учебный транспарант по плаванию тел





# КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

Не будешь  
готовиться к  
семинарским  
занятиям,  
будешь мыть  
сапоги и каску в  
Индийском  
океане!  
Однозначно!!!

