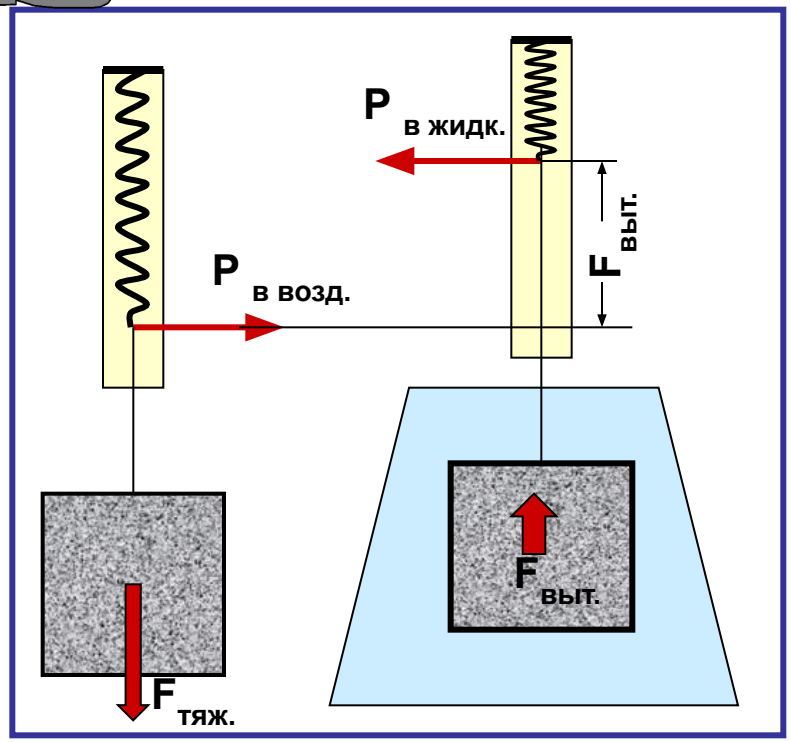
# АРХИМЕД

(287 – 212 гг. до н.э.)

# Что происходит с телом, погружённым в жидкость (или газ)?

# Как опытным путём определить величину выталкивающей силы?

**ФАКТ:** тело, взвешенное в жидкости, весит меньше, чем в воздухе. Чем это объясняется? Как можно проверить на опыте?

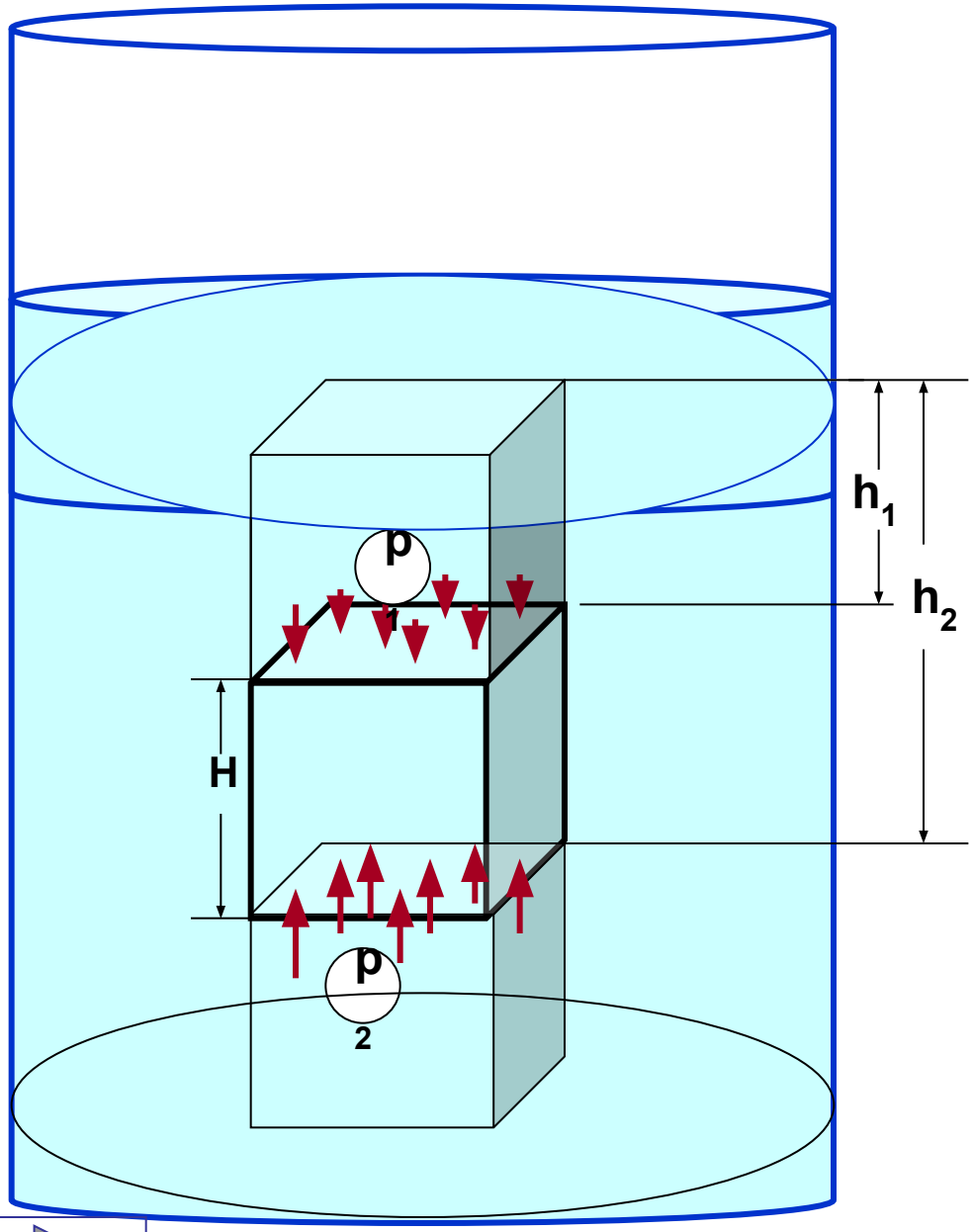



$$P_{в\ возд.} - P_{в\ жидк.} = F_{выт.}$$

Жидкость практически несжимаема и вытесняет тело, занимающее её место. Это и является причиной действия на тело в жидкости выталкивающей силы ($F_{выт}$), направленной против силы тяжести.

Каков объём вытесненной жидкости?

# Как возникает выталкивающая сила?




$p_1$ - давление на верхнюю грань

$p_2$ - давление на нижнюю грань

**Доказать:**

$p_1$ всегда < $p_2$

**ЧТО из ЭТОГО СЛЕДУЕТ?**

Сила давления жидкости на верхнюю грань всегда *меньше* силы давления на нижнюю грань. По этой причине на тело, погружённое в в жидкость, действует сила, направленная вверх. Она выталкивает тело из жидкости и называется **АРХИМЕДОВОЙ СИЛОЙ.**

# Рассчитаем величину выталкивающей силы:

**Давление** жидкости на **верхнюю** грань равно $p_1 = \rho_ж * g * h_1$,
где $h_1$ – высота столба жидкости над верхней гранью.

**Сила давления** на верхнюю грань равна $F_1 = p_1 * S = \rho_ж * g * h_1 * S$,
где S – площадь верхней грани.

**Давление** жидкости на **нижнюю** грань равно $p_2 = \rho_ж * g * h_2$,
где $h_2$ – высота столба жидкости над нижней гранью.

**Сила давления** на нижнюю грань равна $F_2 = p_2 * S = \rho_ж * g * h_2 * S$,
где S – площадь нижней грани куба.

Поскольку $h_2 > h_1$, то $p_2 > p_1$ и $F_2 > F_1$

Найдём разность $F_2 - F_1 = \rho_ж * g * h_2 * S - \rho_ж * g * h_1 * S = \rho_ж * g * S * \underline{(h_2 - h_1)} =$

$= \rho_ж * g * \underline{S * H} = g * \underline{\rho_ж * V} = \underline{m_ж * V} = P_{жид.\ вытесненной\ телом} = F_{выт.}$

**ВЫВОД**: выталкивающая сила равна весу вытесненной телом жидкости

$$F_{выт.} = g\,\rho_ж V$$

$$[\,F\,] = \frac{Н}{кг} * \frac{кг}{м^3} * м^3 = Н$$

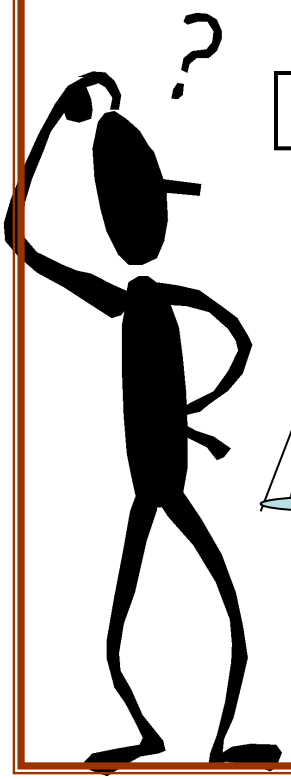
$$F_{выт.} = P_{выт.\ жидк.}$$

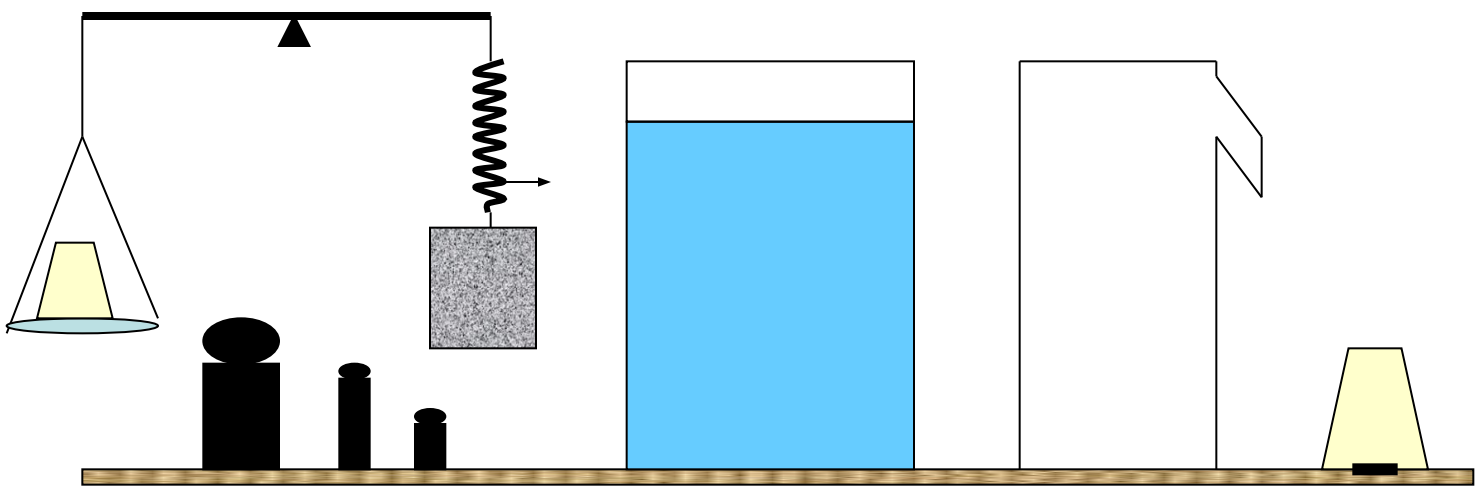
Теоретическая формула даёт способ экспериментальной проверки этого вывода

**Подумайте:**

Как с помощью имеющихся приборов осуществить проверку этой формулы?

Весы с разновесами, тело, сосуд с жидкостью, отливной стакан

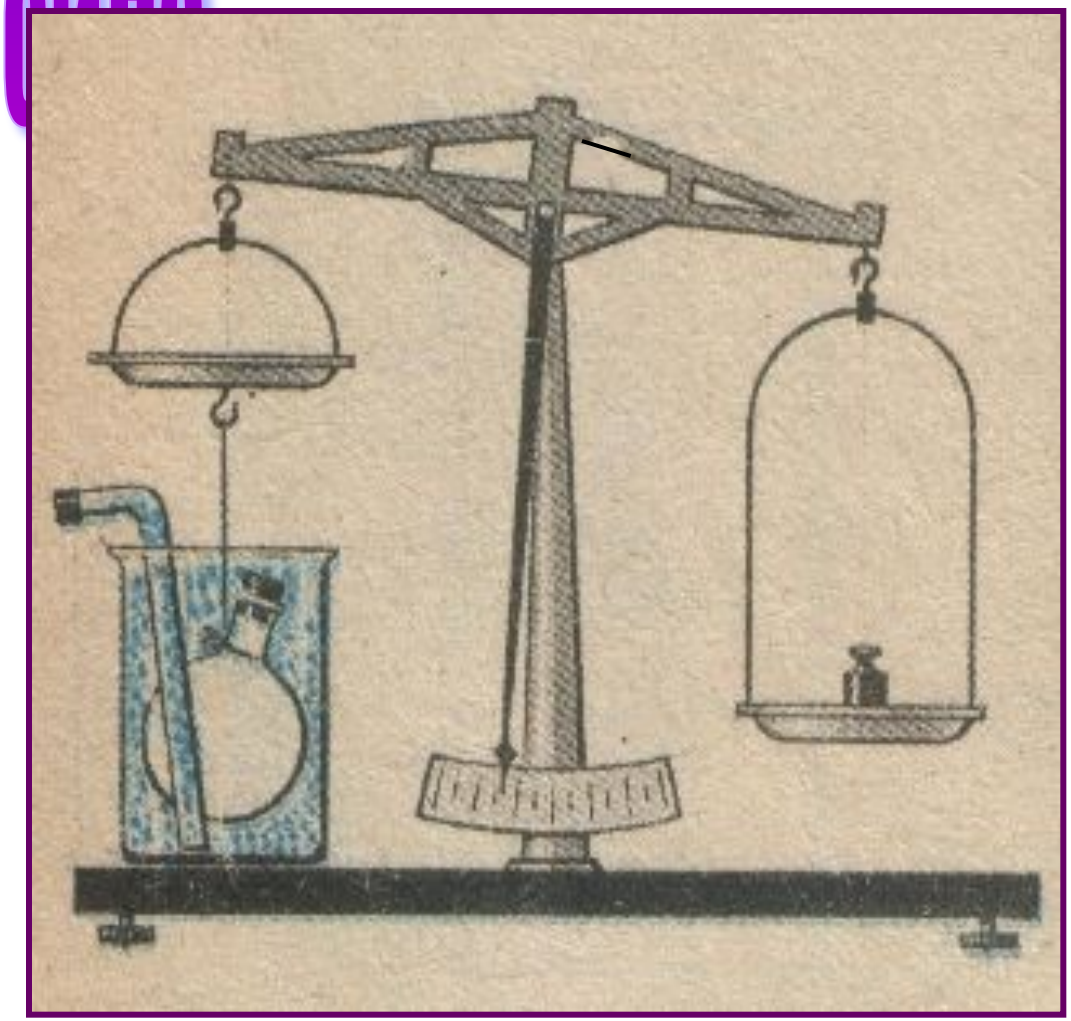




Проделайте опыт!

# Есть ли выталкивающая сила в газе?

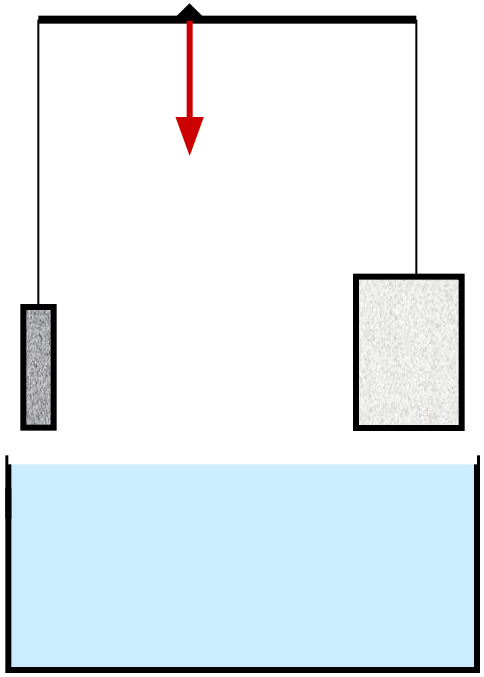
Как с помощью изображённой установки показать наличие выталкивающей силы в газах?
Через трубку подается *углекислый газ.*



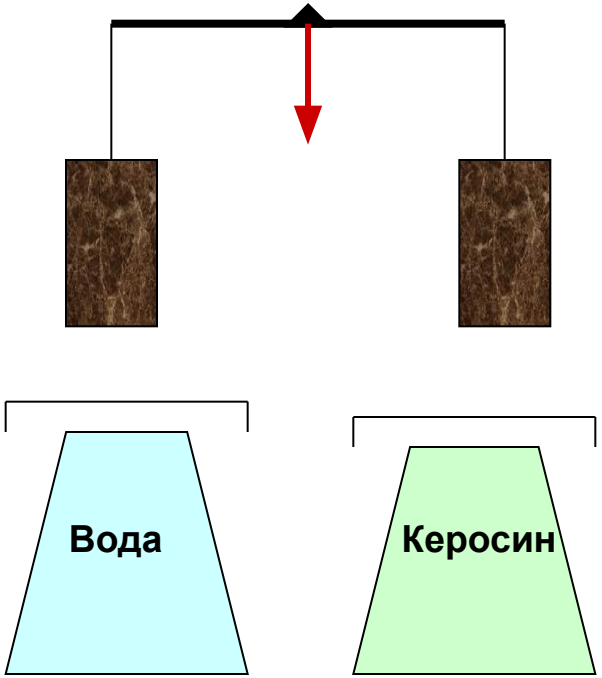
# От чего зависит величина выталкивающей силы?

| Веса тела? | Объёма тела? | Плотности тела? | Плотности жидкости ? |
|---|---|---|---|
| Железо<br>Алюминий | Свинец<br>Чугун | Пенопласт<br>Латунь | Спирт<br>Вода |
| | | | Вода / Спирт |
| $P_1 = P_2$ | $V_1 = V_2$ | $\rho_1 > \rho_2$ | $\rho_{ж1} > \rho_{ж2}$ |

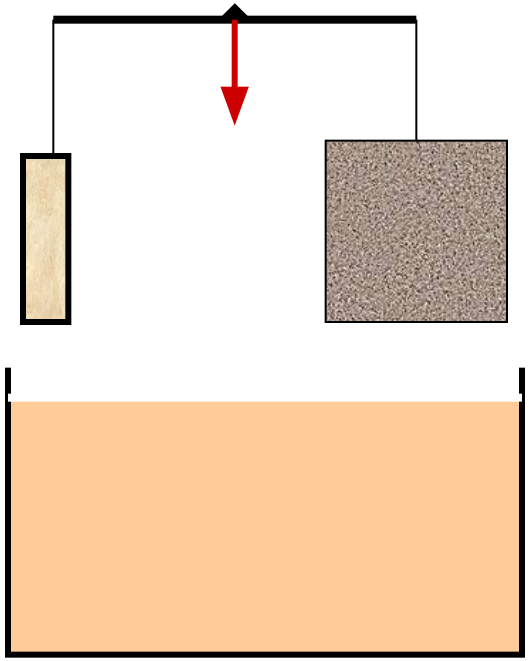
# Проверь себя!



Два цилиндра свинцовый и алюминиевый уравновешены на весах. Нарушится ли равновесие при их погружении в воду?




Два цилиндра из одинакового материала опущены: один – в керосин, другой – в воду. Нарушится ли равновесие?
В какую сторону?

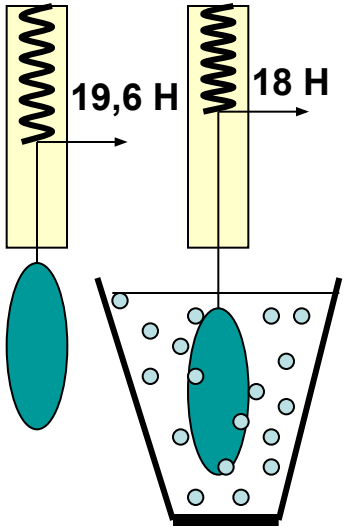


Два тела равного веса из разного материала уравновешены. Изменится ли равновесие при их погружении в одну и ту же жидкость?

# Решить задачи

**1** Тело объёмом о,о4 м$^3$ погружено на ¼ в керо-син. Определить $F_{выт.}$

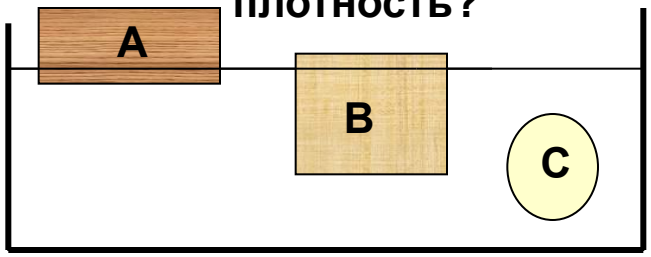
**2**



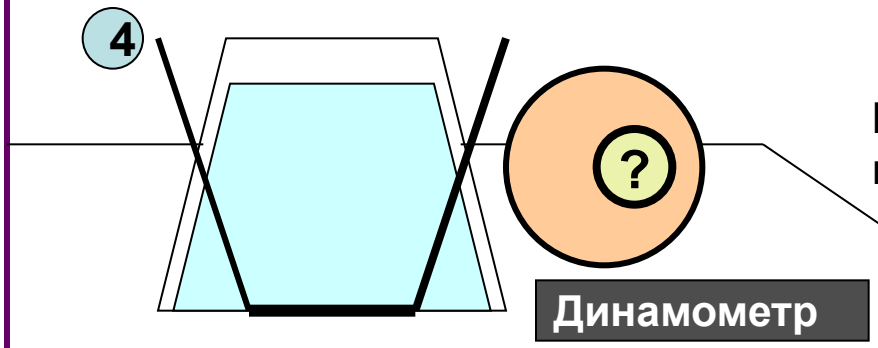

Определить объём тела, исходя из данных опыта, схема которого показана на рисунке. Жидкость, в которую помещено тело, - керосин.

ОТВЕТ: 200 см$^3$

**3** Какое из тел имеет большую плотность?




**4**

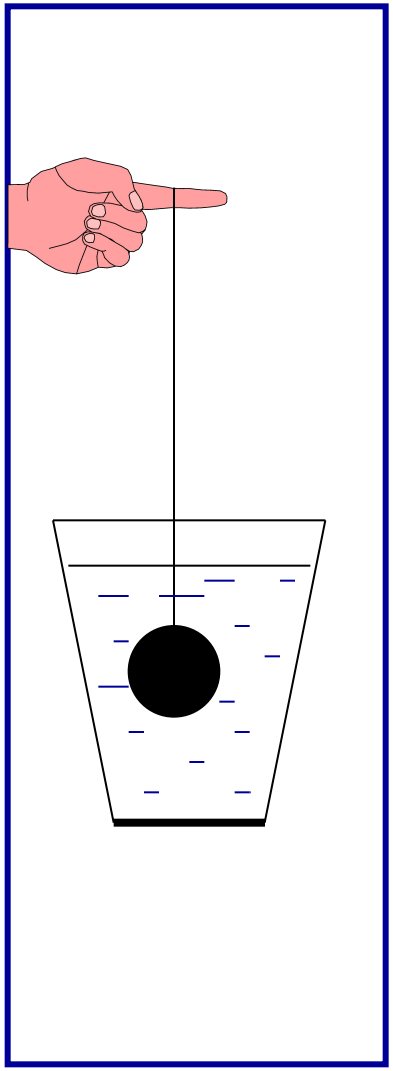



## Экспериментальная задача

Как определить, имеет ли стальной шар внутри полость или он – сплошной?

Имеются: сосуд с водой и динамометр.

# Проверь себя!



В сосуд с водой опускают *металлический шарик.* Какая из физических величин при погружении его в жидкость…

А. не изменится? Б. увеличится? В. уменьшится?

1. вес шарика. 2. масса шарика.
3. масса жидкости. 4. давление на дно.
5. уровень жидкости в сосуде.

Какие из приведённых ниже величин…

Г. не нужны… Д. нужны…

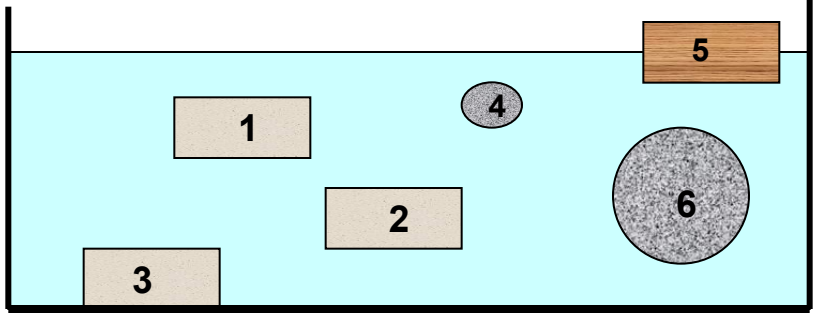
для расчёта выталкивающей силы, действующей на тело, погружённое в жидкость?

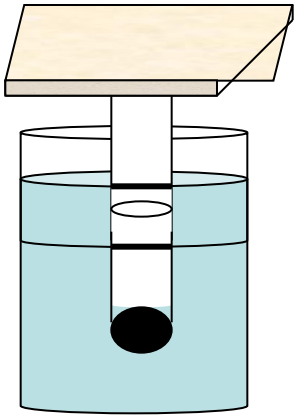
1. Объём тела. 2. плотность тела.
3. масса жидкости. 4. вес тела.
5. глубина погружения шарика.
6. плотность жидкости.

<u>ОТВЕТ:</u> А23; Б45; В1; Г2345; Д16.

# Подумай и ответь!

Сравните величину **архимедовой силы** у тел 1 – 6, погруженных в воду.

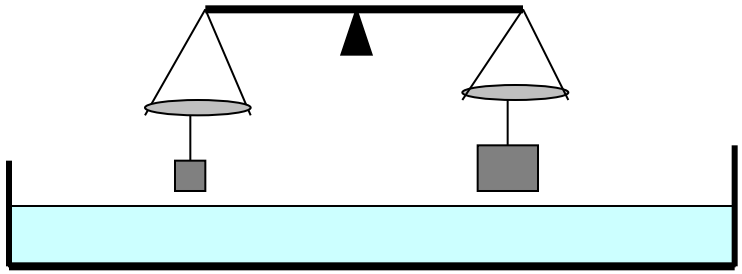


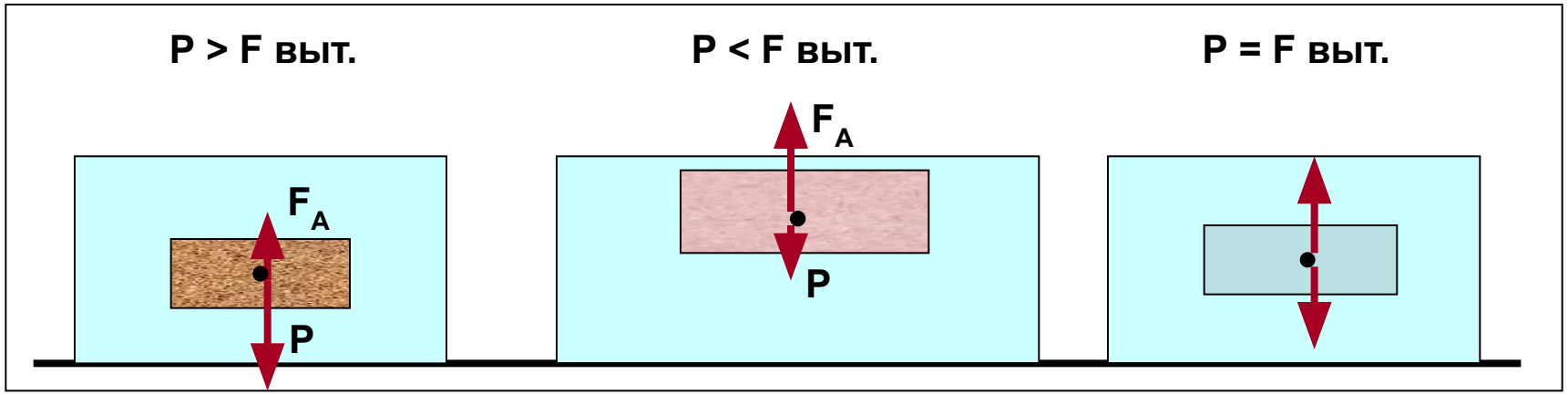
На рисунке изображён поплавок, который можно использовать как **весы.** Объясните, как действуют такие весы.

На весах стоят два одинаковых сосуда, соединённых резиновой трубкой. Если в сосуд А опустить **деревянный брусок**, нарушится ли равновесие?

К чашкам весов подвешены две **гири равного веса**. Нарушится ли равновесие, если их опустить в сосуд с водой?



# От чего зависит: плавает тело в жидкости или тонет?




## Найдите ответ в эксперименте

**<u>Имеются:</u> мензурка, пустая пробирка с пробкой, весы с разновесами**

**Возможно ли реализовать для одного и того же тела все три случая плавания?**

Проверь себя!

Когда тело, целиком погружённое в жидкость,…

А. тонет? Б. плавает внутри? В. всплывает?

1. Если сила тяжести тела меньше архимедовой силы.
2. Если сила тяжести тела больше архимедовой силы.
3. Если архимедова сила равна силе тяжести тела.

Г. Какова грузоподъёмность одного и того же судна в морской и речной воде?

1. Одинакова. 2. В речной воде больше.
3. В морской воде больше.

Д. Железный брусок в воде тонет, а такой же деревянный – плавает. На какой их них действует большая $F_A$ ?

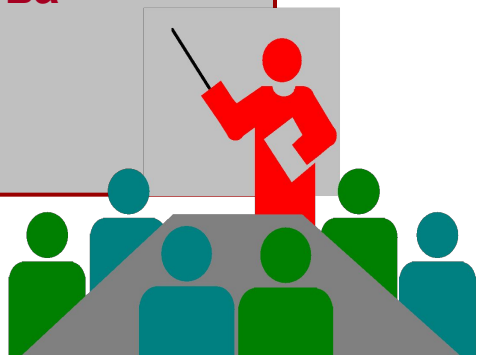
1. На деревянный брусок. 2. На железный брусок.

Е. Сравните выталкивающие силы, которые действуют в жидкости на стальной шарик и стальную пластинку одинаковой массы.

1. На шарик больше. 2. На пластинку больше.
3. Одинаковы.

Ж. С увеличением глубины погружения архимедова сила для одного и того же тела…

1. увеличивается. 2. не изменяется.



ОТВЕТЫ: А2; Б3; В1; Г3; Д2; Е3; Ж2