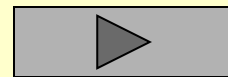
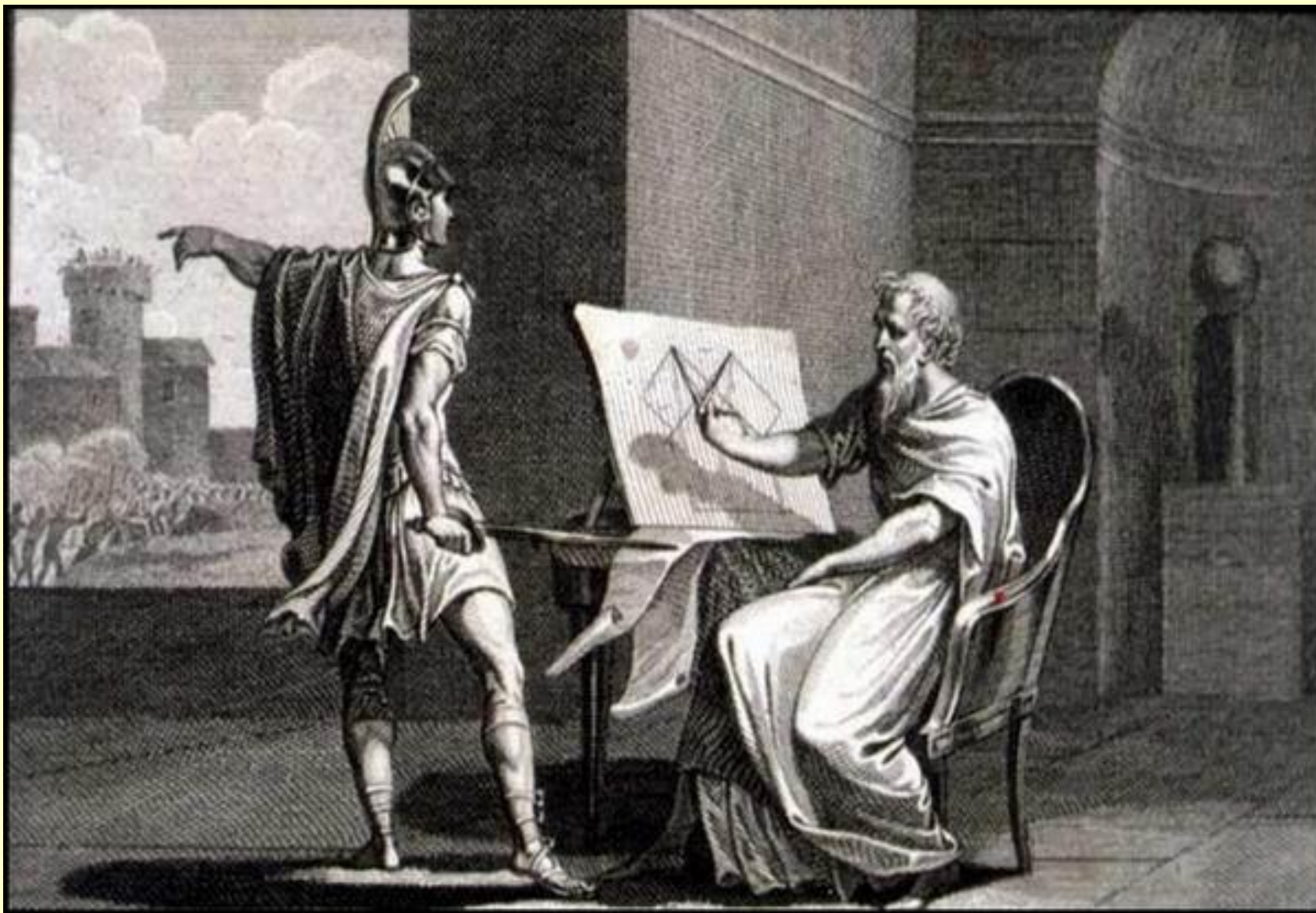


# АРХИМЕД

(287 – 212 гг. до н.э.)





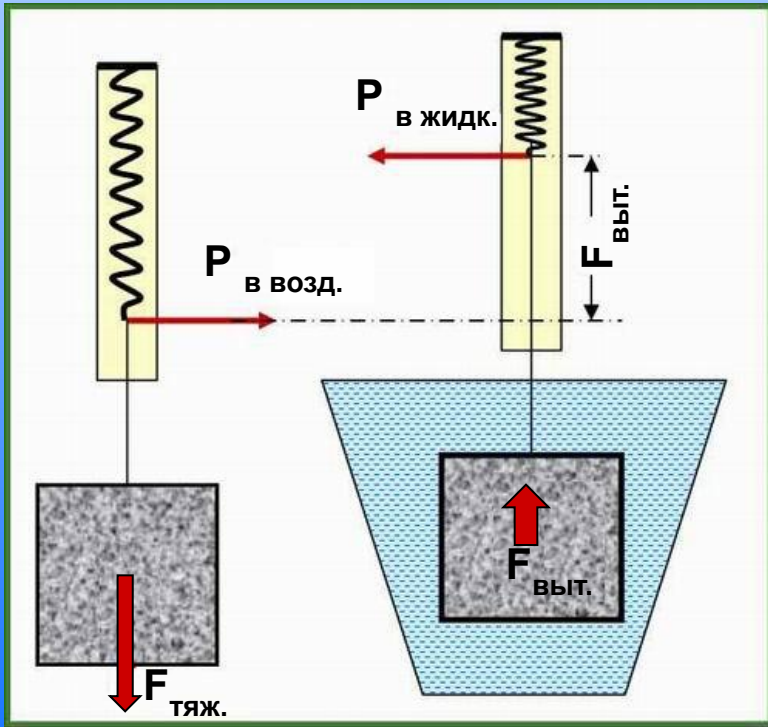
**Что происходит с телом,  
погружённым в жидкость (или газ)?**





# 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?



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

Жидкость  
практически несжимаема  
и

вытесняет тело,  
занимающее её  
место. Это и является  
причиной

действия на тело в  
жидкости

Каков объём вытесненной  
жидкости? (равен объёму тела (F выт.),

направленной против  
силы тяжести.



# Как возникает выталкивающая сила?

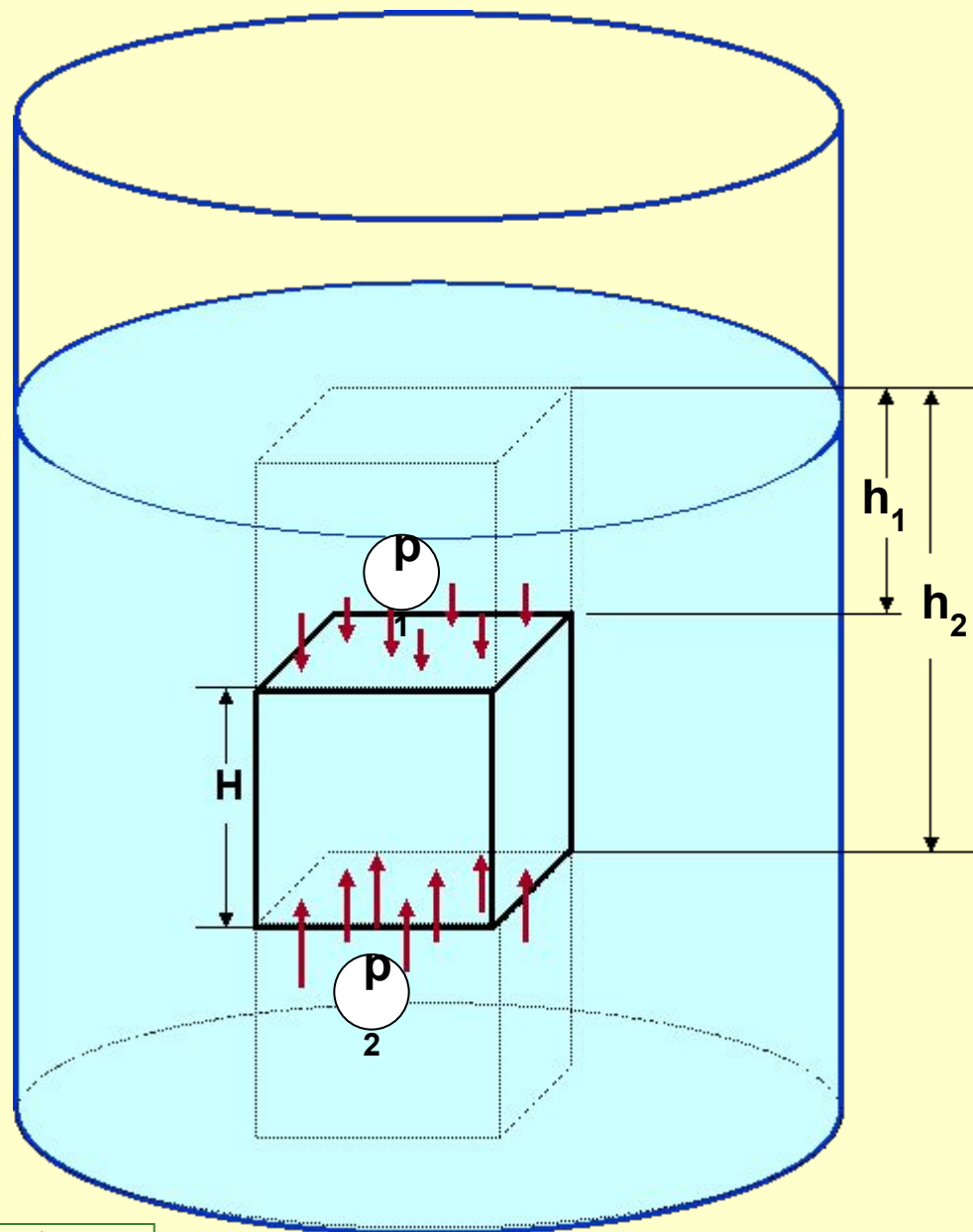
$p_1$  - давление на верхнюю грань  
 $p_2$  - давление на нижнюю грань

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 жидкость, действует сила, *направленная вверх*. Она выталкивает тело из жидкости и *называется АРХИМЕДОВОЙ СИЛОЙ*.



# Рассчитаем величину выталкивающей силы:

**Давление** жидкости на **верхнюю** грань равно  $p_1 = \rho_{\text{ж}} * g * h_1$ ,  
где  $h_1$  – высота столба жидкости над верхней гранью.

**Сила давления** на верхнюю грань равна  $F_1 = p_1 * S = \rho_{\text{ж}} * g * h_1 * S$ ,  
где  $S$  – площадь верхней грани.

**Давление** жидкости на **нижнюю** грань равно  $p_2 = \rho_{\text{ж}} * g * h_2$ ,  
где  $h_2$  – высота столба жидкости над нижней гранью.

**Сила давления** на нижнюю грань равна  $F_2 = p_2 * S = \rho_{\text{ж}} * g * h_2 * S$ ,  
где  $S$  – площадь нижней грани куба.

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

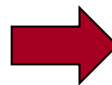
Найдём разность  $F_2 - F_1 = \rho_{\text{ж}} * g * h_2 * S - \rho_{\text{ж}} * g * h_1 * S = \rho_{\text{ж}} * g * S * (h_2 - h_1) =$   
 $= \rho_{\text{ж}} * g * S * H = g * \rho_{\text{ж}} * V = \underline{m_{\text{ж}}} * g = \underline{P}_{\text{жид. вытесненной телом}} = \underline{F}_{\text{выт.}}$

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



$$F_{\text{выт.}} = g \rho_{\text{ж}} V$$

$$[F] = \frac{H}{кг} * \frac{кг}{M^3} * M^3 = H$$



Теоретическая формула даёт способ **экспериментальной** проверки этого вывода



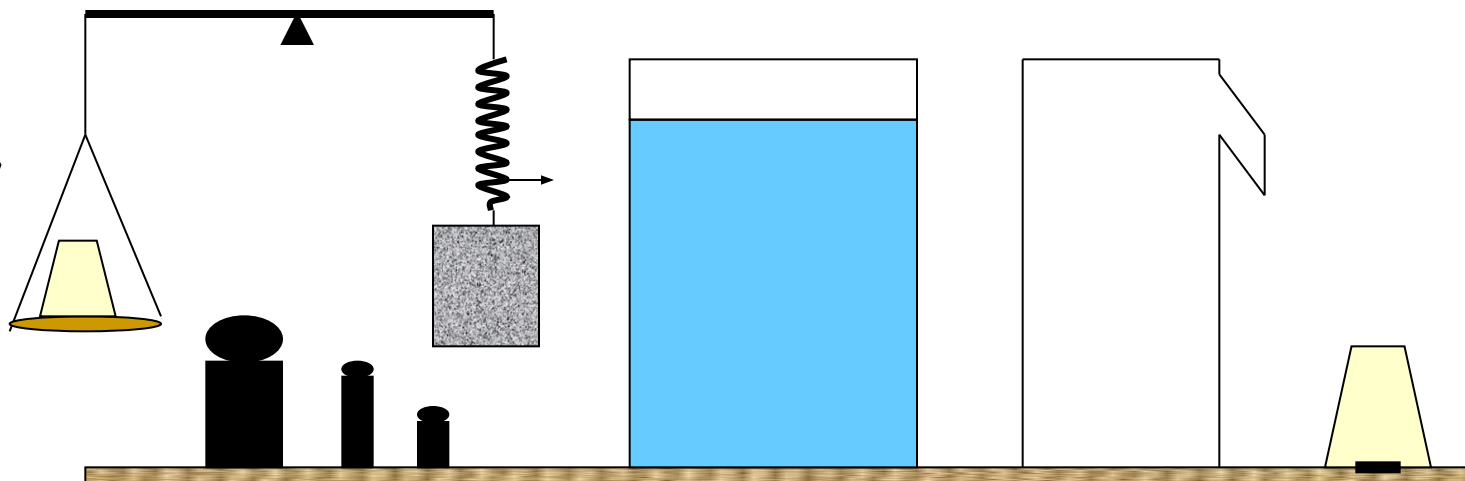
*Подумайте:*

Как с помощью имеющихся приборов осуществить проверку этой формулы?



$$F_{\text{выт.}} = P_{\text{выт. жидк.}}$$

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



Проделайте опыт!



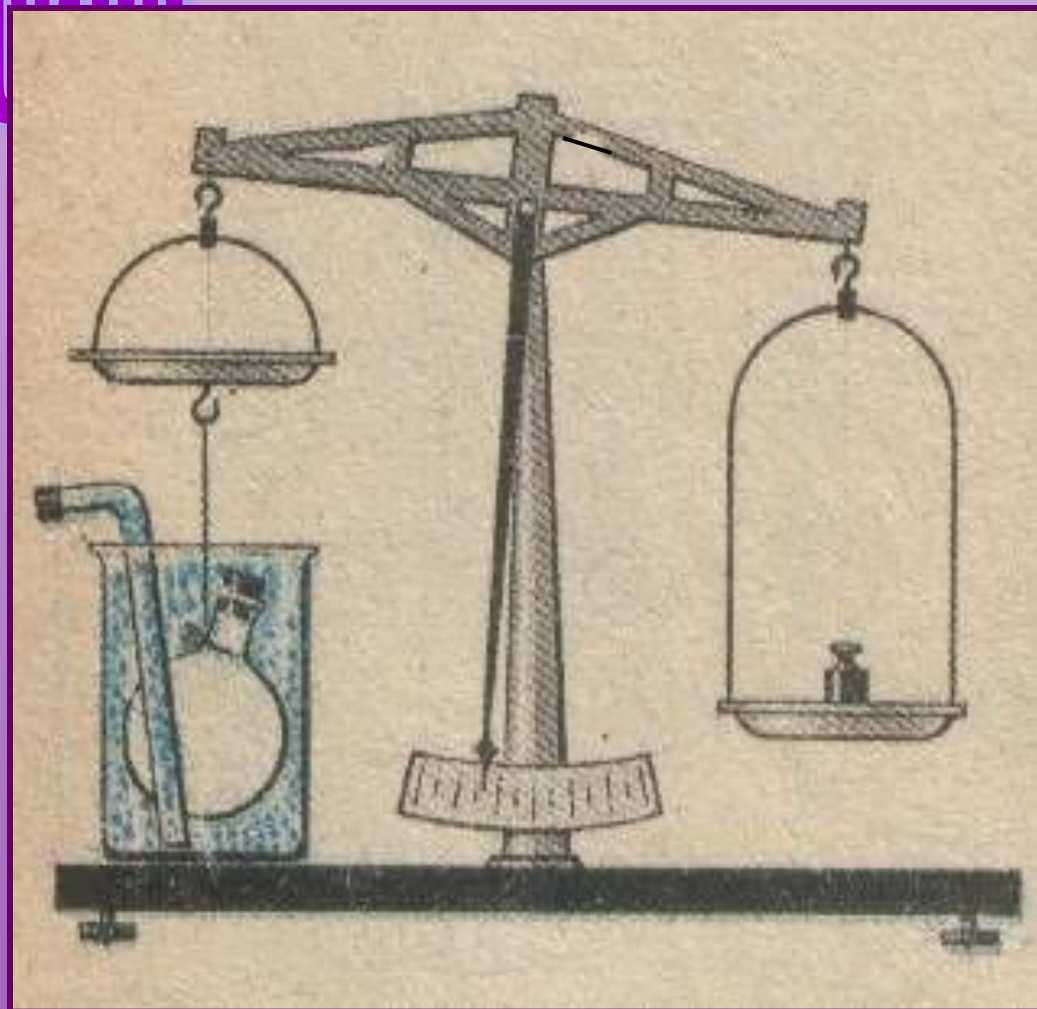
# ЕСТЬ ЛИ

# ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА

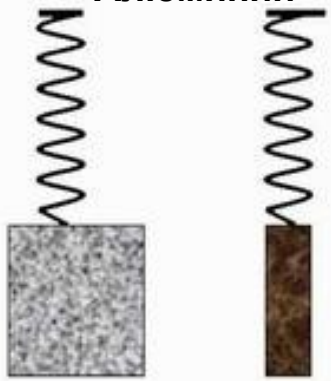
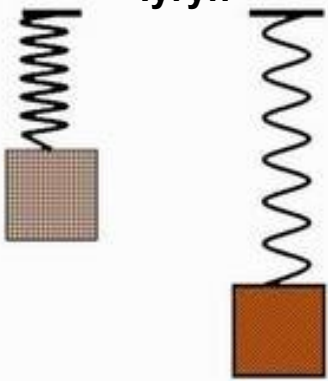
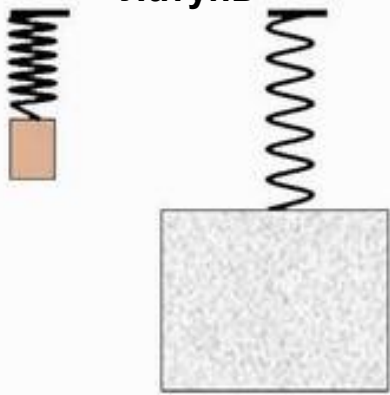
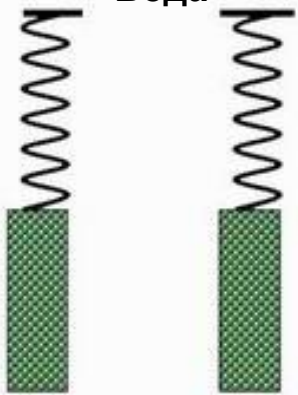



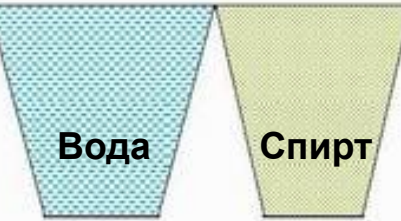
# В ГАЗЕ?

Как с помощью изображённой установки показать наличие выталкивающей силы в газах?

Через трубку подается *углекислый газ*.



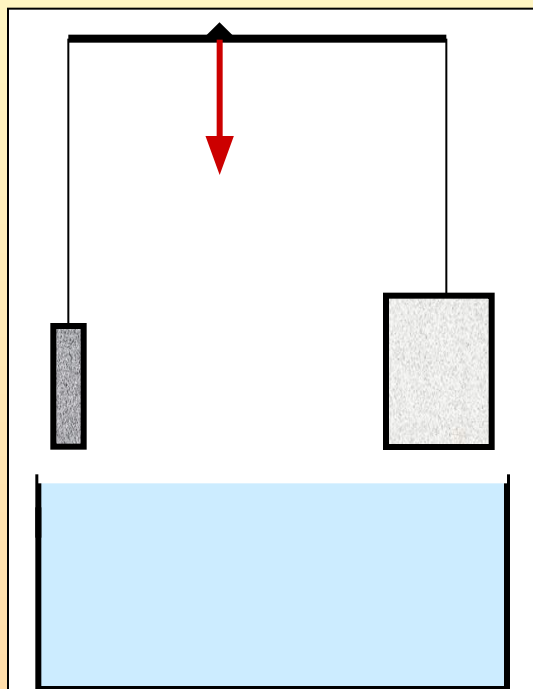
# От чего зависит величина выталкивающей силы?

Веса тела?	Объёма тела?	Плотности тела?	Плотности жидкости ?
<p>Железо Алюминий</p> 	<p>Свинец Чугун</p> 	<p>Пенопласт Латунь</p> 	<p>Спирт Вода</p> 
 <p><math>P_1 = P_2</math></p>	 <p><math>V_1 = V_2</math></p>	 <p><math>\rho_1 &gt; \rho_2</math></p>	 <p>Вода      Спирт</p> <p><math>\rho_{ж1} &gt; \rho_{ж2}</math></p>

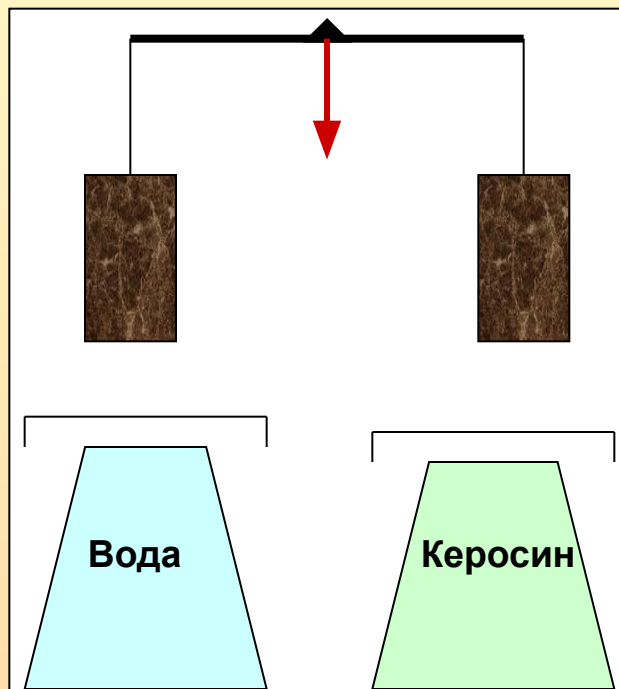




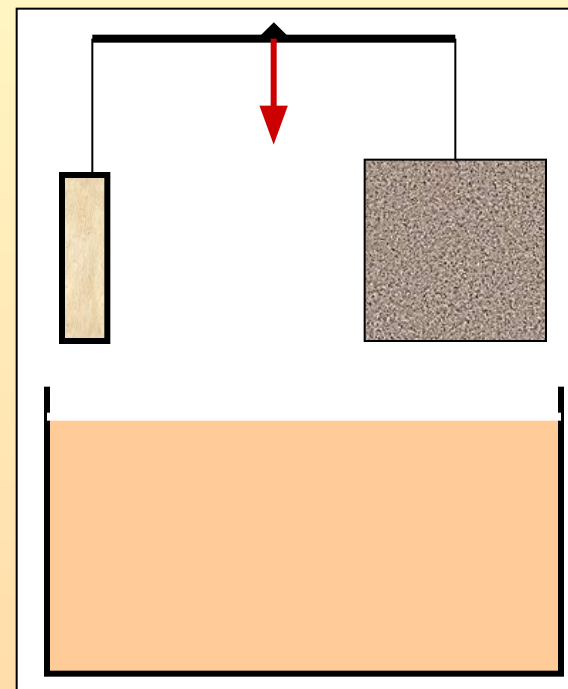
# Проверь себя!



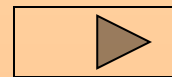
Два цилиндра **свинцовый** и **алюминевый** уравновешены на весах. Нарушится ли равновесие при их погружении в воду?



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



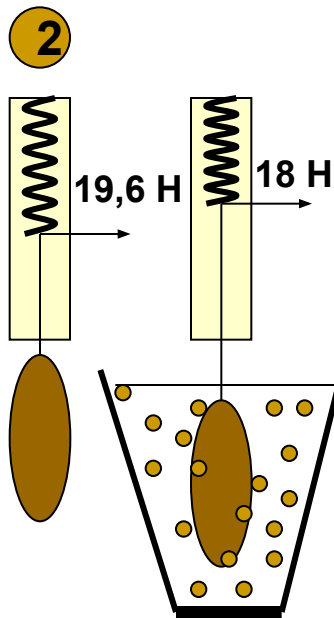
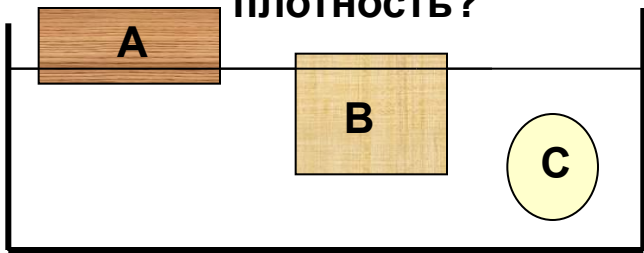
Два тела **равного веса** из разного материала уравновешены. Изменится ли равновесие при их погружении в одну и ту же жидкость?



# Решить задачи

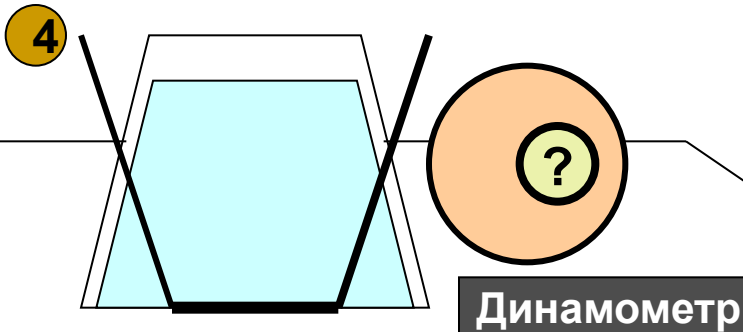
- 1 Тело объёмом  $0,04 \text{ м}^3$  погружено на  $\frac{1}{4}$  в керосин. Определить  $F_{\text{выт}}$ .

- 3 Какое из тел имеет большую плотность?



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

ОТВЕТ:  $200 \text{ см}^3$



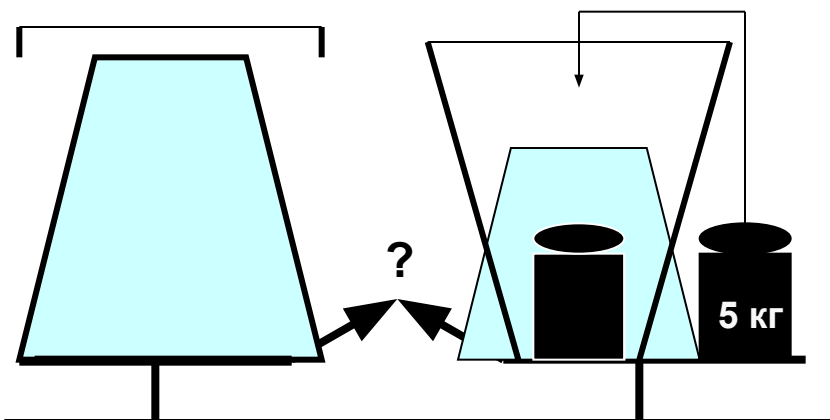
## Экспериментальная задача

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

Имеются: сосуд с водой и динамометр.



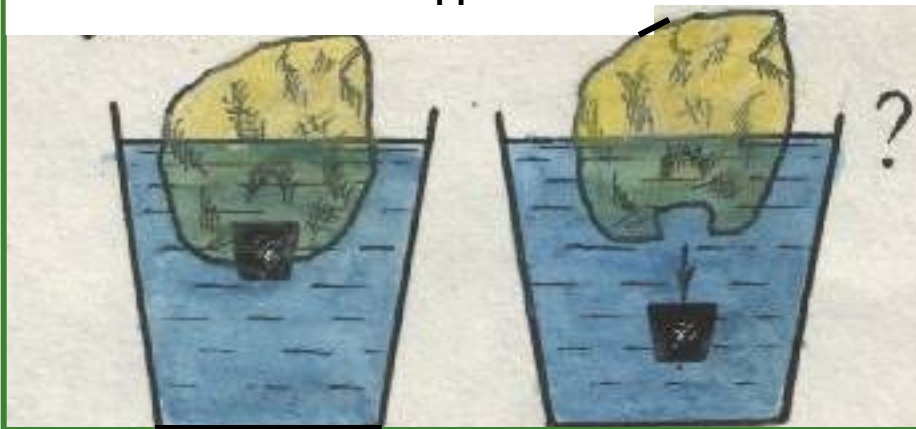
Нарушится ли равновесие?



Изменится ли архимедова сила при подъёме рельса над водой?

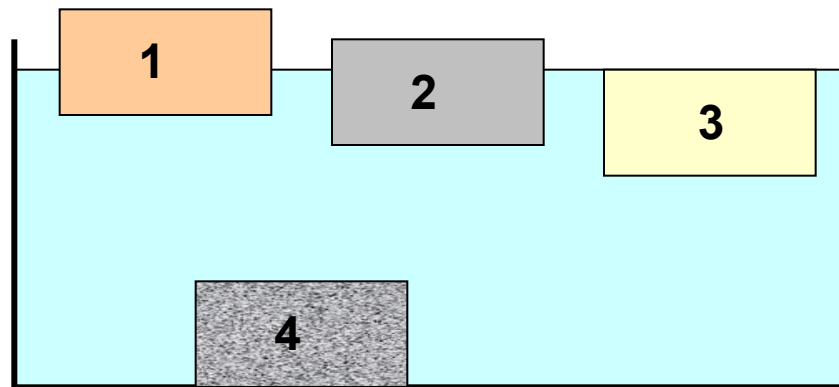


Пробка, вмёрзшая в лёд, оттаяла и упала на дно.



Как изменится осадка куска льда?

Как распределить тела 1, 2, 3, 4 в порядке возрастания плотности?



# Рассчитайте

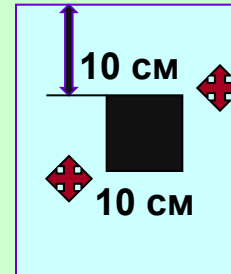
1 Выталкивающую силу, действующую на гранитную глыбу, которая при полном погружении в воду вытесняет  $0,8 \text{ м}^3$  воды. Сравните вес глыбы с выталкивающей силой.

2 Плавающий на воде деревянный брусок вытесняет воду объёмом  $0,72 \text{ м}^3$ , а будучи погружён полностью –  $0,9 \text{ м}^3$ . Определить выталкивающие силы в обоих случаях. Почему они разные по величине?

4 **Экспериментальная задача:**  
Путём взвешивания в воздухе и воде определить плотность свёклы (картофеля или моркови). Воспользуйтесь домашними весами безменом.

# Вернёмся к задаче...

3 В сосуд с водой погружен куб со стороной  $10 \text{ см}$ . Уровень воды над кубом  $10 \text{ см}$ . Определить давление на нижнюю и верхнюю грани.



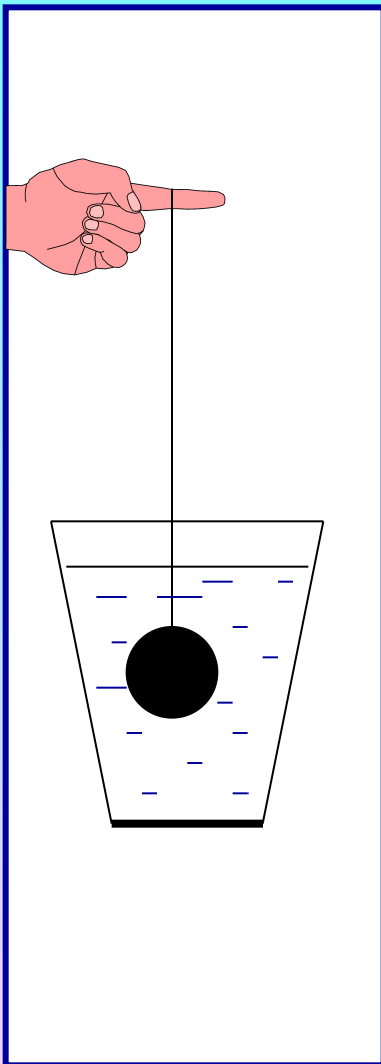
Показать стрелками направление сил, действующих на обе грани.

Рассчитайте, с какой силой этот куб выталкивается из воды?

1).  $8 \text{ кН}$ ;  $21,6 \text{ кН}$ . 2).  $7,2 \text{ кН}$ ;  $9 \text{ кН}$ . 3).  $2 \text{ кПа}$ ;  $1 \text{ кПа}$ ;  $10 \text{ Н}$ .



# 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...

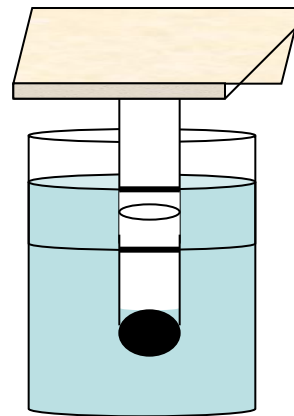
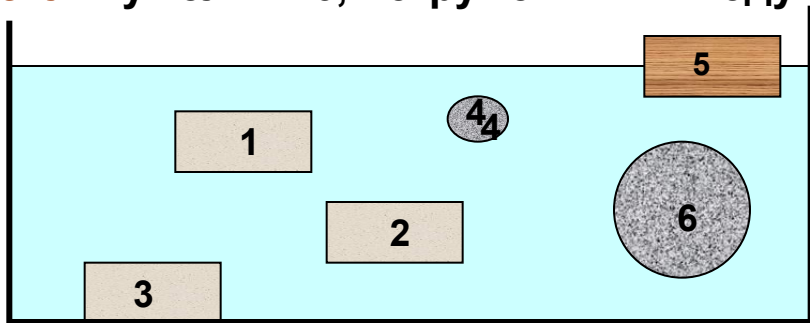
для расчёта выталкивающей силы, действующей на тело, погружённое в жидкость?

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

ОТВЕТ: А23; Б45; В1; Г2345; Д16.

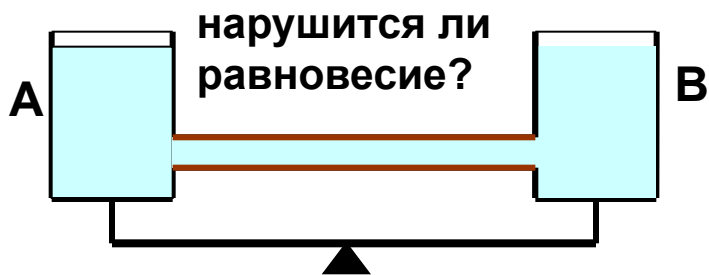
# Подумай и ответь!

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

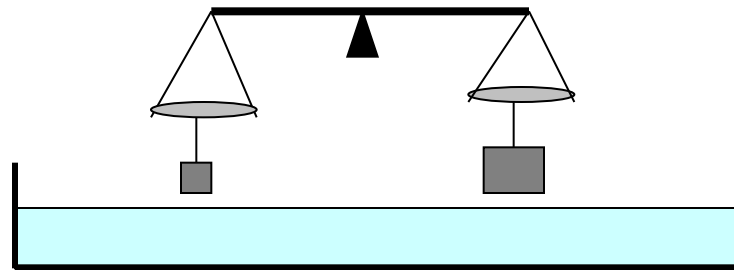


На рисунке изображён поплавок, который можно использовать как **весы**. Объясните, как действуют такие весы.

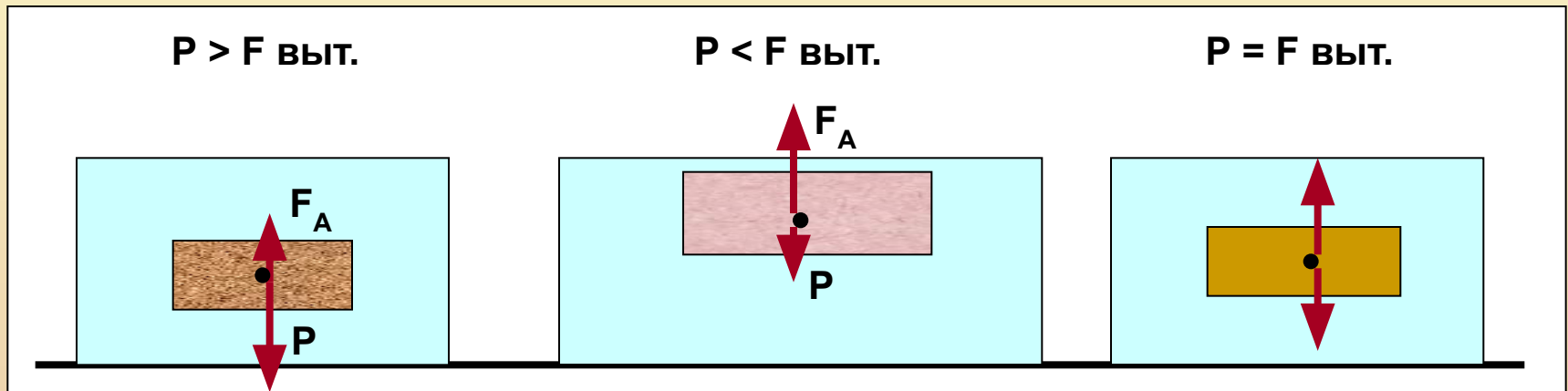
На весах стоят два одинаковых сосуда, соединённых резиновой трубкой. Если в сосуд А опустить **деревянный брусок**,



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*

**Имеются:** мензурка, пустая пробирка с пробкой, весы с разновесами

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



**Поведение тел в воде зависит от их плотности: если...**

- А.** плотность тела больше плотности воды, то...
- Б.** плотность тела меньше плотности воды, то...
- В.** плотность тела равна плотности воды, то...
  1. тело всплывает.
  2. тело тонет.
  3. тело плавает внутри (как бы «висит»).

**Предлагается ряд фактов:**

- Г.** Сжимая своими мышцами плавательный пузырь, рыба уходит в глубину.
- Д.** Когда на подводной лодке заполняют цистерны водой, она погружается.
- Е.** Затонувший корабль иногда поднимают с помощью прикрепленных к нему камер, в которые закачивают воздух. Почему корабль при этом всплывает?
- Ж.** Ослабляя давление мышц на плавательный пузырь, рыбы всплывают.

**Найдите объяснение названным явлениям:**

1. При постоянном объеме уменьшается масса, а поэтому плотность убывает.
2. При постоянной массе уменьшается объем и плотность растёт.
3. При постоянном объеме увеличиваются масса и плотность растёт.
4. При постоянной массе увеличивается объем и плотность убывает.

**ОТВЕТ: А2; Б1; В3; Г2; Д3; Е1; Ж4.**





# Плавание судов



Линия, до которой погружаются суда, называется в а т е р л и н и е й.

Вес вытесняемой судном воды при погружении до ватерлинии называют его в о д о и з м е щ е н и е м.

На всех морских судах наносится знак, показывающий уровень предельных ватерлиний:

- FW – в пресной воде,
- IS – Индийском океане летом,
- S – солёной воде летом,
- W – солёной воде зимой,
- WNA – Северной Атлантике зимой.

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 из 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...

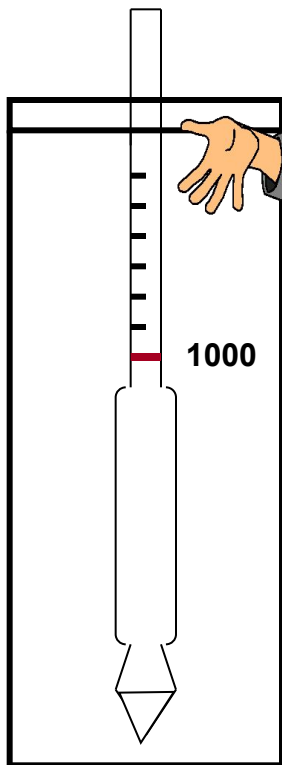
1. увеличивается.
2. не изменяется.

ОТВЕТЫ: А2; Б3; В1; Г3; Д2; Е3; Ж2



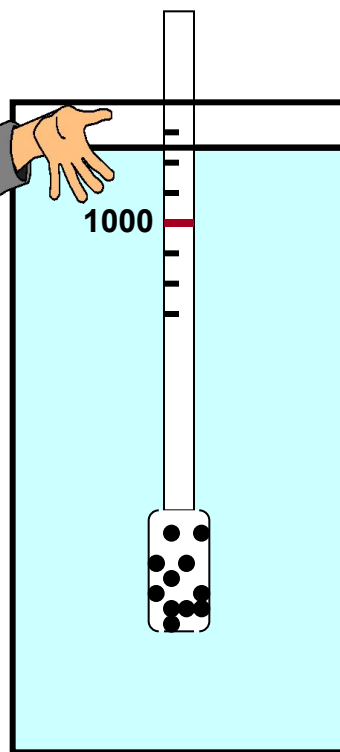
# Ареометры

Лактометр



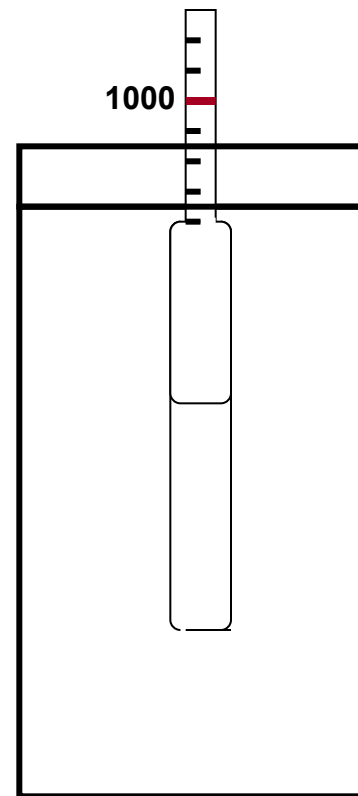
Как изменятся показания прибора, если жирность молока возрастёт?

Спиртометр



Изменится ли глубина погружения прибора при разбавлении спирта водой?

Сахариметр



Куда сместится прибор в более концентрированном растворе сахара?



# Картезианский водолаз

Этот прибор-игрушку изобрёл Учёный Рене Декарт (по латыни его имя звучит как Р е н а т у с К а р т е з и у с). Прибор позволяет демонстрировать **закон Паскаля**, **архимедову силу** и **условия плавания тел**.



Объясните  
действие  
этого  
прибора!

## Сделай сам!

Для изготовления «картезианского водолаза» нужно взять: пластиковую бутылку с крышкой и пузырёк от таблеток.



## Проверь сам!

Опускается ли «водолаз» до дна или останавливается «по дороге» при небольшом надавливании на бутылку?

**МОЖЕТ ЛИ ОН СЛУЖИТЬ  
БАРОМЕТРОМ?**



# Проверь себя!

**А. На каком известном вам законе основано плавание судов?**

1. На законе Паскаля.                      2. На законе Архимеда.

**Б. С увеличением количества груза на судне архимедова сила на судно...**

1. увеличивается.    2. уменьшается.    3. не изменяется.

**В. Почему стальной лист тонет в воде, а судно, корпус которого сделан из стальных листов, плавает?**

1. Средняя плотность судна меньше плотности воды.  
2. На судне имеется установка, удерживающая его на воде.

**Г. Изменится ли водоизмещение судна при переходе из реки в море?**

1. Уменьшится.            2. Не изменится.            3. Увеличится.

**Д. Какая из названных ниже лодок погрузится до дна, если наполнится водой:**

1. деревянная.            2. металлическая.

**Е. Как изменится осадка корабля, если...**

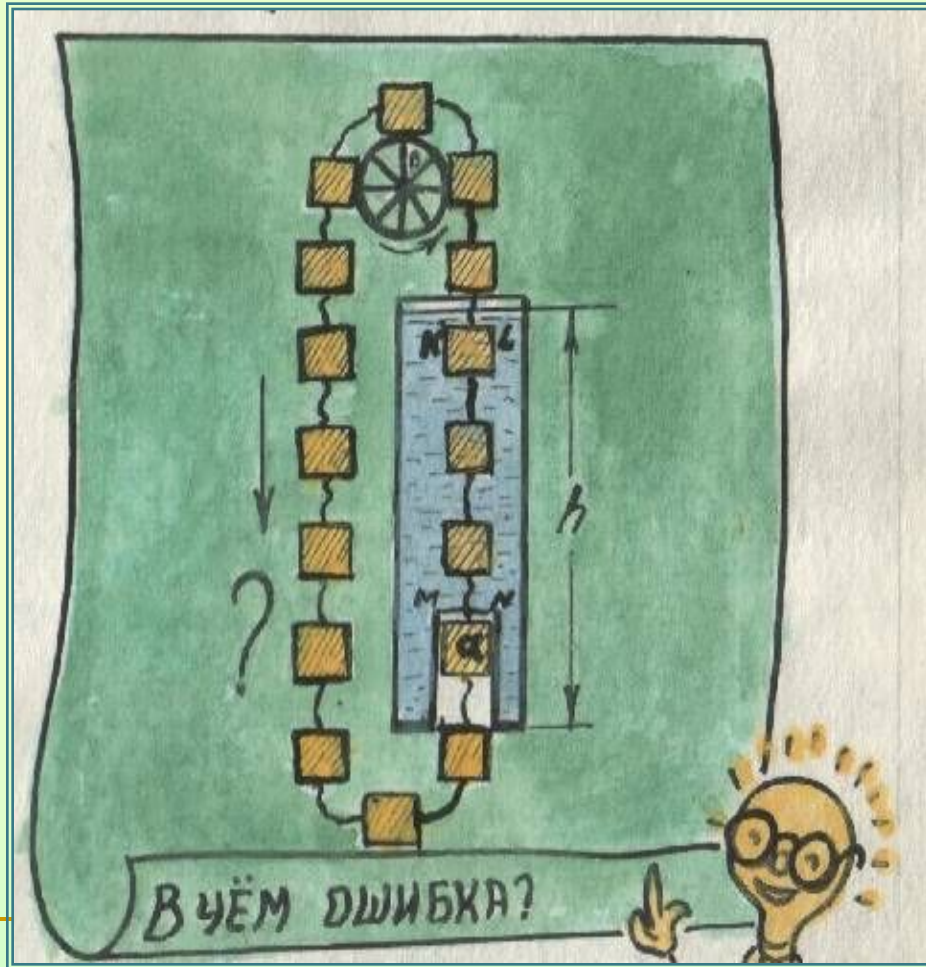
1. его загружают?    2. его разгружают?    3. Понижается температура до 4<sup>0</sup>С,  
в которой плавает корабль?    4. увеличивается уровень воды из-за прилива?

**Ж. Осадка увеличится.    3. Уменьшится.    К. Останется неизменной.**

**ОТВЕТЫ: А2; Б1; В1; Г3; Д2; Е1Ж; Е23; Е33; Е4К.**



# Проект "Мнимого" вечного двигателя



Сила гидростатического давления, действующая на поплавок «а», **больше** выталкивающей силы, приложенной к остальным поплавкам в сосуде:

$$F_{\text{гидр.}} = 9,8 \text{ Н/кг} * \rho_{\text{ж}} * V_{\text{KLMN}} >$$

$$F_{\text{выт.}} = 9,8 \text{ Н/кг} * \rho_{\text{ж}} * 3 V_{\text{а}}$$

( объём столба жидкости внутри камеры всегда больше объёма вытесненной поплавками воды).



# ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ

**ОБЪЯСНИТЕ,**

почему такой шар способен подниматься вверх

В 1783 году братья МОНГОЛЬФЬЕ



Старт «монгольфьера»



- А.** По мере поднятия воздушного шара вверх архимедова сила, действующая на него, ...  
1. увеличится. 2. уменьшится 3. не изменится.
- Б.** Это связано ...  
1. с уменьшением силы тяжести, действующей на воздушный шар.  
2. С уменьшением плотности воздуха с высотой.
- В.** Воздушные шары могут подняться на ...  
1. определённую высоту от поверхности Земли.  
2. любую высоту.
- Г.** Для достижения большей высоты подъёма ...  
1. с шара сбрасывают балласт.  
2. дополнительно накачивают газ в оболочку.
- Д.** Рекордная высота подъёма стратостата с экипажем составляет 22 км. Современные реактивные пассажирские самолёты летают на высоте, ...  
1. большей 22 км. 2. меньшей 22 км.





# СТРАТОСТАТ

Почему размер оболочки  
сделали таким большим?



Высота подъёма до 20 км

Масса  
оболочки,  
гондолы и команды  
стратостата «СССР»,  
совершившего в  
1933 г.  
подъём в  
стратосферу на  
высоту 19 км,  
равнялась  
2480 кг. Оболочка  
объёмом 24500 м<sup>3</sup>  
содержала перед стартом  
около 3200 м<sup>3</sup> водорода. Определить  
подъёмную  
силу.



# Дирижабль



Дирижабль - управляемый летательный аппарат легче воздуха. Перемещение его по горизонтали осуществляется с помощью двигателей. Главное достоинство - большая грузоподъёмность. В будущем дирижабли перспективны как «летающие краны».



# Проверь себя!

**Вы знаете, что...**

- А.** газы действуют на погружённые в них тела с некоторой силой, как и жидкости.
- Б.** жидкости действуют на погруженное в них тело с большей выталкивающей силой, чем газы.
- В.** выталкивающая сила тем больше, чем больше плотность жидкости.
- Г.** сила, выталкивающая тело, плавающее на поверхности жидкости, равна весу тела.

**Ниже приведены примеры, поясняющие эти утверждения.**

**Найдите их.**

- 1.** Под водой мы можем легко поднять камень, который с трудом поднимаем в воздухе.
- 2.** В морской воде легче плавать, чем в речной.
- 3.** При загрузке корабля увеличивается глубина его осадки.
- 4.** Детский воздушный шар, наполненный гелием, поднимается вверх.

**ОТВЕТЫ: А4; Б1; В2; Г3**

