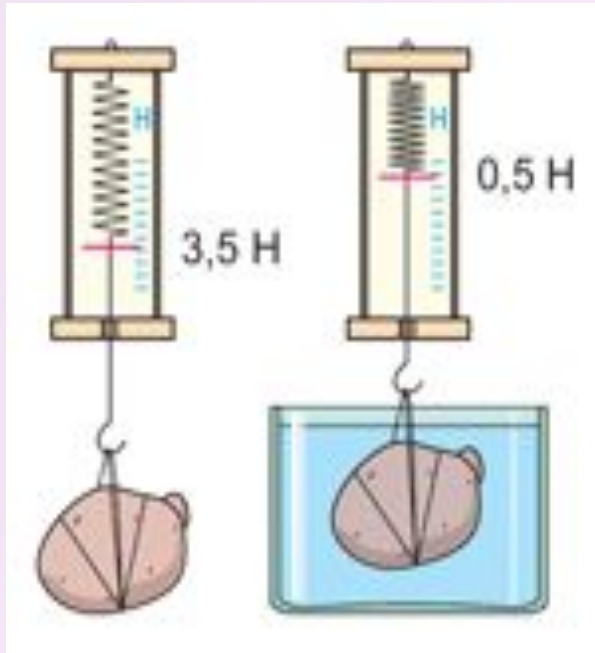


# ДАВЛЕНИЕ ТВЁРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Автор: Приходько Игорь Анатольевич  
г.Санкт-Петербург

## 50. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело



Под водой мы можем легко поднять камень, который с трудом поднимаем в воздухе. Если погрузить резиновую игрушку под воду и выпустить её из рук, то она всплывёт.

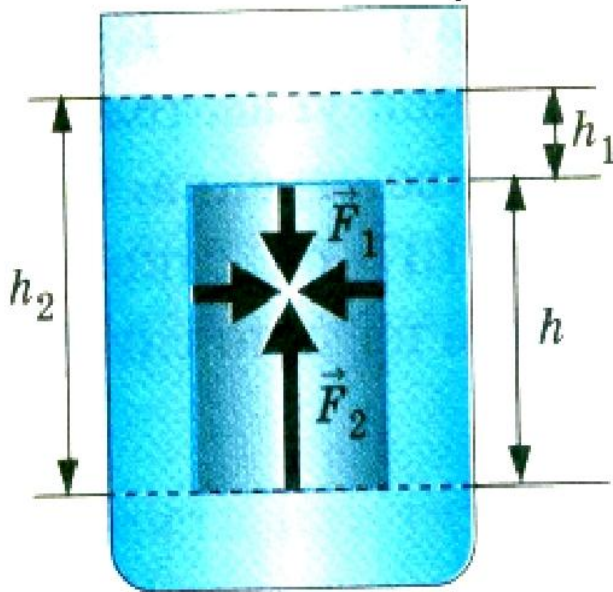
**Как можно объяснить эти явления?**

Рассмотрим силы, которые действуют со стороны жидкости на погружённое в неё тело.

∞ Приходько И.А.



## Объясним возникновение выталкивающей силы



$$F_{\text{выт}} = F_1 - F_2$$

Выберем тело,  
имеющее форму  
параллелепипеда.

Силы, действующие  
на боковые грани  
тела, попарно равны  
и уравновешивают  
друг друга.

А вот силы,  
действующие на  
верхнюю и нижнюю  
грань тела,  
неодинаковы.

∞ Приходько И.А.

$$F_1 = p_1 S_1$$

$$p_1 = \rho_{\text{ж}} g h_1$$

$$F_2 = p_2 S_2$$

$$p_2 = \rho_{\text{ж}} g h_2$$

$$F_{\text{выт}} = F_2 - F_1 = \rho_{\text{ж}} g h_2 S - \rho_{\text{ж}} g h_1 S =$$

$$= \rho_{\text{ж}} g S (h_2 - h_1) = \rho_{\text{ж}} g S h$$

$$S h = V$$

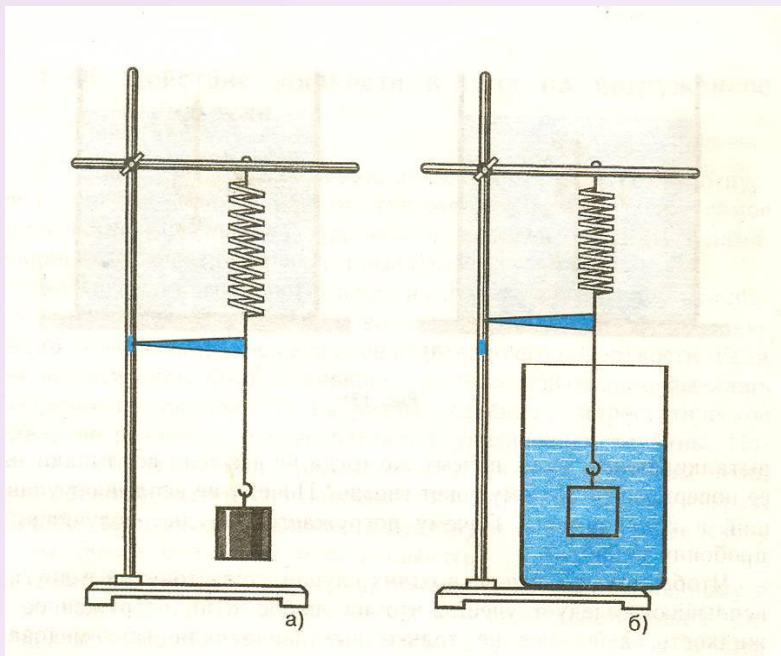
$$\rho_{\text{ж}} V = m_{\text{ж}}$$

$$F_{\text{выт}} = g m_{\text{ж}} = P_{\text{ж}}$$



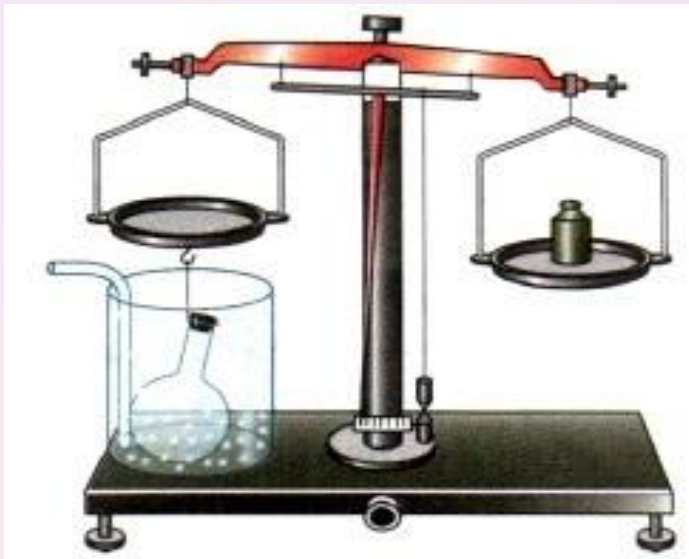
**Выталкивающая сила равна весу жидкости в объёме погружённого в неё тела.**

∞ Приходько И.А.



**Обнаружение силы,  
выталкивающей тело из  
жидкости.**

**Обнаружение силы,  
выталкивающей тело  
из газа.**



**Рис. 150.** Обнаружение  
силы, выталкивающей  
тело из газа

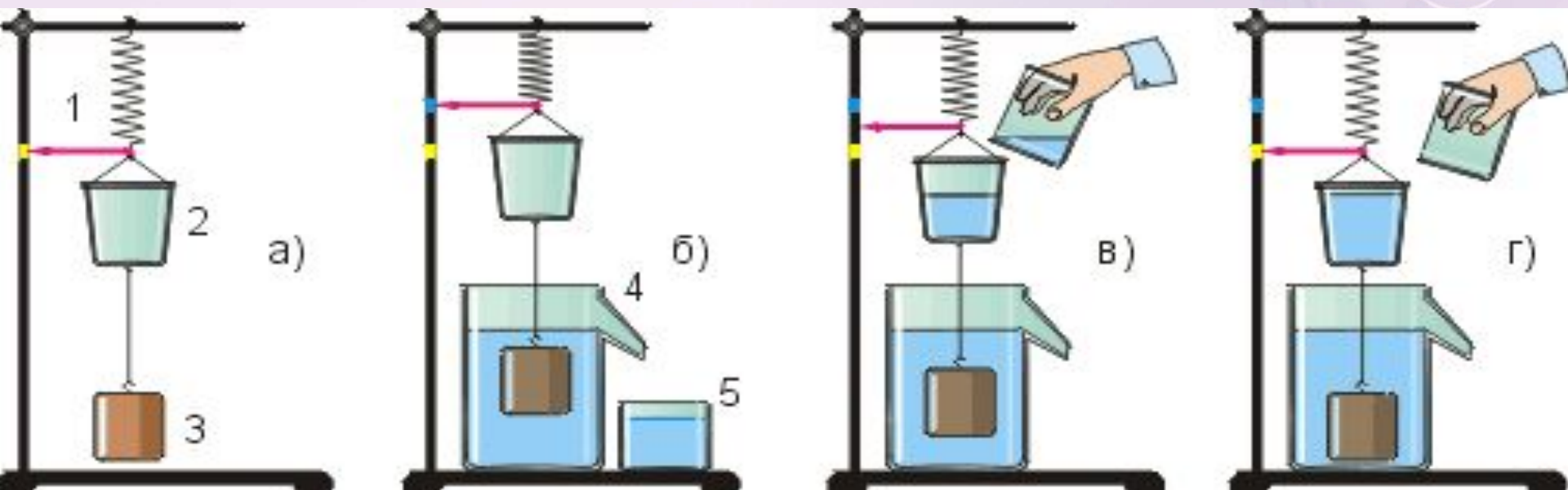


**Сила, выталкивающая  
тело из жидкости или  
газа, направлена  
противоположно силе  
тяжести, приложенной  
к этому телу.**

**∞ Приходько И.А.**

# 51. Архимедова сила

Силу, с которой тело, находящееся в жидкости, выталкивается ею, можно рассчитать, как мы это сделали в предыдущем параграфе. А можно определить в результате следующего опыта:



**На основании проделанного опыта можно сделать вывод:**



**Сила, выталкивающая тело, целиком погружённое в жидкость, равна весу жидкости в объёме этого тела (закон Архимеда).**

**Аналогичное утверждение справедливо для тела, погруженного в газ:**

**Сила, выталкивающая тело из газа, также равна весу газа, взятого в объёме тела (закон Архимеда).**



**Силу, выталкивающую тело из жидкости или газа, называют архимедовой силой.**

Итак, опыт подтвердил, что:

$$F_{\text{выт}} = gm_{\text{ж}} = P_{\text{ж}}$$

Массу жидкости можно выразить через её плотность:

$$m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$$

Тогда получим:

$$F_{\text{А}} = g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$$

Вес тела в жидкости  $P_1$  будет меньше веса тела в вакууме  $P = gm$  и будет равен:

$$P_1 = P - F_{\text{А}}, \text{ или } P_1 = gm - gm_{\text{ж}}$$



Если тело погружено в жидкость (или газ), то оно теряет в своём весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость или газ).

∞ Приходько И.А.



## 52. Плавание тел

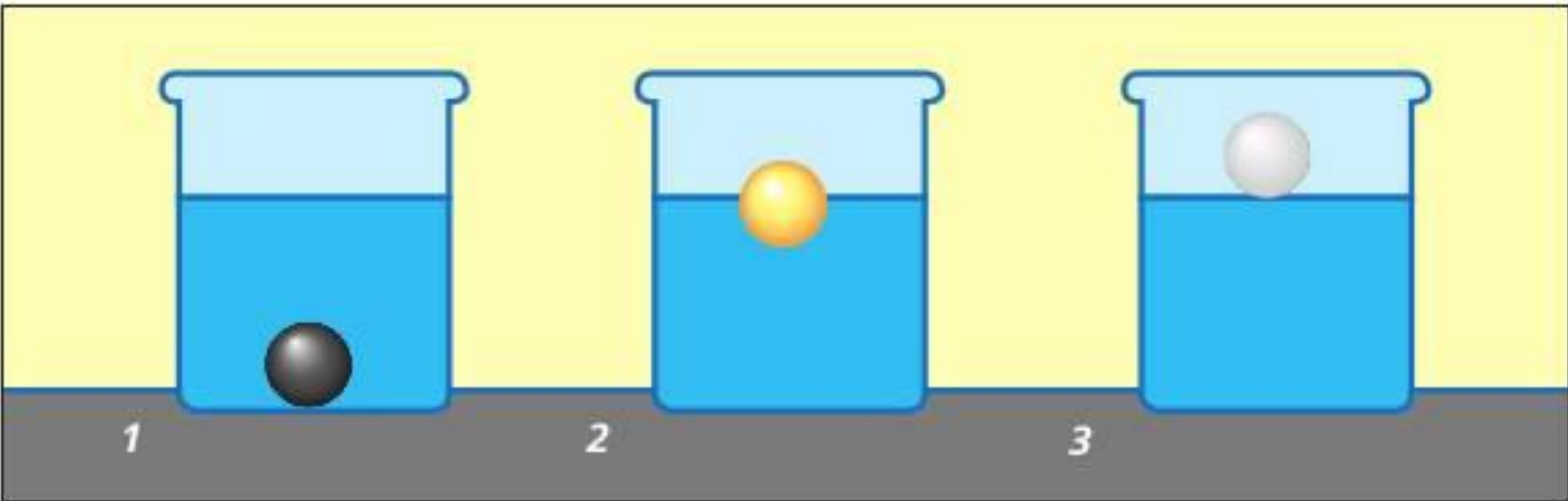
Рассмотрим, что будет происходить с телом, погружённым в жидкость. При этом возможны три случая:

### условия плавания тел





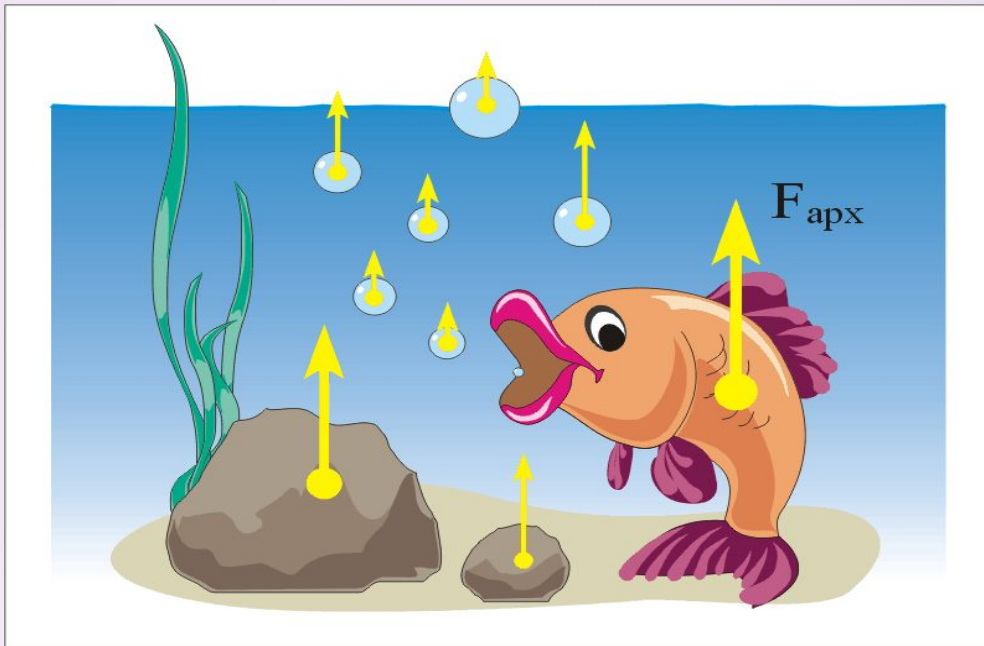
**Чем меньшая плотность тела по сравнению с плотностью жидкости, тем меньшая часть тела погружена в жидкость**





**Несмешиваемые жидкости располагаются в сосуде в соответствии со своими плотностями.**

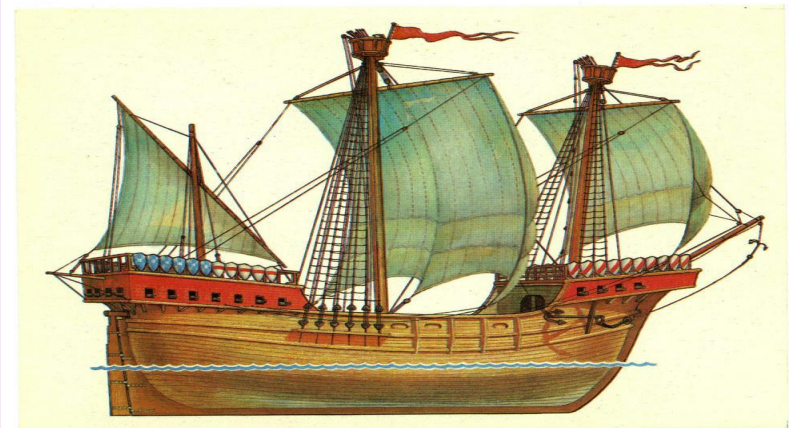
**Плавательный пузырь рыбы устроен так, что легко меняет свой объём. Когда рыба опускается на глубину и давление воды на неё увеличивается, пузырь сжимается. При подъёме объём плавательного пузыря увеличивается.**



**∞ Приходько И.А.**

## 53. Плавание судов

Корпус современных судов делают из металлов. Внутреннее оборудование изготовлено из различных материалов, имеющих по сравнению с водой как большую, так и меньшую плотность. Благодаря чему же суда держатся на воде и перевозят большие грузы?



∞ Приходько И.А.



**Вес воды, вытесняемой подводной частью судна, равен весу судна с грузом в воздухе или силе тяжести, действующей на судно с грузом.**



**Глубину, на которую судно погружается в воду, называют осадкой.**



**Наибольшая допустимая осадка отмечена на корпусе судна красной линией, называемой ватерлинией.**



**Вес воды, вытесняемой судном при погружении до ватерлинии, равный силе тяжести, действующей на судно с грузом, называется водоизмещением судна.**

**Сейчас строят нефтяные танкеры водоизмещением 500000 кН, т.е.имеющие вместе с грузом массу 500000 т.**

**∞ Приходько И.А.**

## 54. Воздухоплавание



Для воздухоплавания используют воздушные шары, которые можно наполнять нагретым воздухом, водородом или гелием.

Для того чтобы шар поднялся в воздух, необходимо, чтобы архимедова сила

(выталкивающая)  $F_A > F_{тяж}$ .

Для исследования верхних слоёв атмосферы применяют стратостаты.

Для перевозки пассажиров и грузов применяются дирижабли.

В последние годы большую популярность приобрели

воздушные шары. ∞ Приходько И.А.

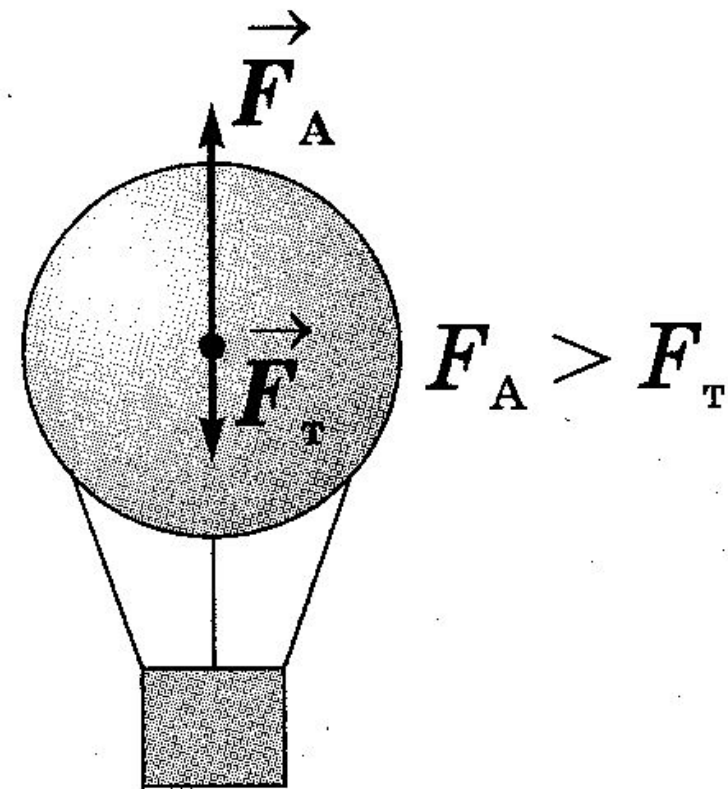
# ПОДЪЕМНАЯ СИЛА

$$F_{\text{подъемная}} = F_A - F_T$$

$$F_A = \rho_{\text{возд}} V g$$

$$F_T = m_{\text{оболочки}} g + m_{\text{газа}} g$$

- ✓ – аэростат (греч. *Аэр* – воздух, *стато* – стоящий)
- ✓ – стратостат
- ✓ – дирижабль



**Спасибо за внимание!**

The background features a light blue triangle on the left side and several white gears of various sizes scattered across the right and bottom portions of the slide. The gears are rendered with a slight 3D effect and are semi-transparent.