

# СИЛА АРХИМЕДА И ПЛАВУЧЕСТЬ ТЕЛ

Коровянская Анастасия Денисовна,  
9Б класс, МОУ «Гимназия №5», город  
Юбилейный Московской области;  
[nasti96@bk.ru](mailto:nasti96@bk.ru)



2011-2012  
учебный год

Научный руководитель:  
Лебедев Владимир Валентинович,  
д.т.н., с.н.с., профессор кафедры  
«Прикладная механика и математика»  
Московского государственного  
строительного университета,  
[Lebedev\\_v\\_2010@mail.ru](mailto:Lebedev_v_2010@mail.ru)

# УПРАВЛЯЮЩИЕ КЛАВИШИ

**Стрелка вправо**

- 1) Переход к следующему слайду.
- 2) Переход к следующему действию.
- 3) Ускорение текущего действия.
- 4) Игнорирование текущего действия.

**Стрелка влево**

- 1) Переход к предыдущему слайду.
- 2) Переход к предыдущему действию.
- 3) Замедление текущего действия.
- 4) Повторение текущего действия.

**F5**

Запуск презентации и начало демонстрации.



**Esc**

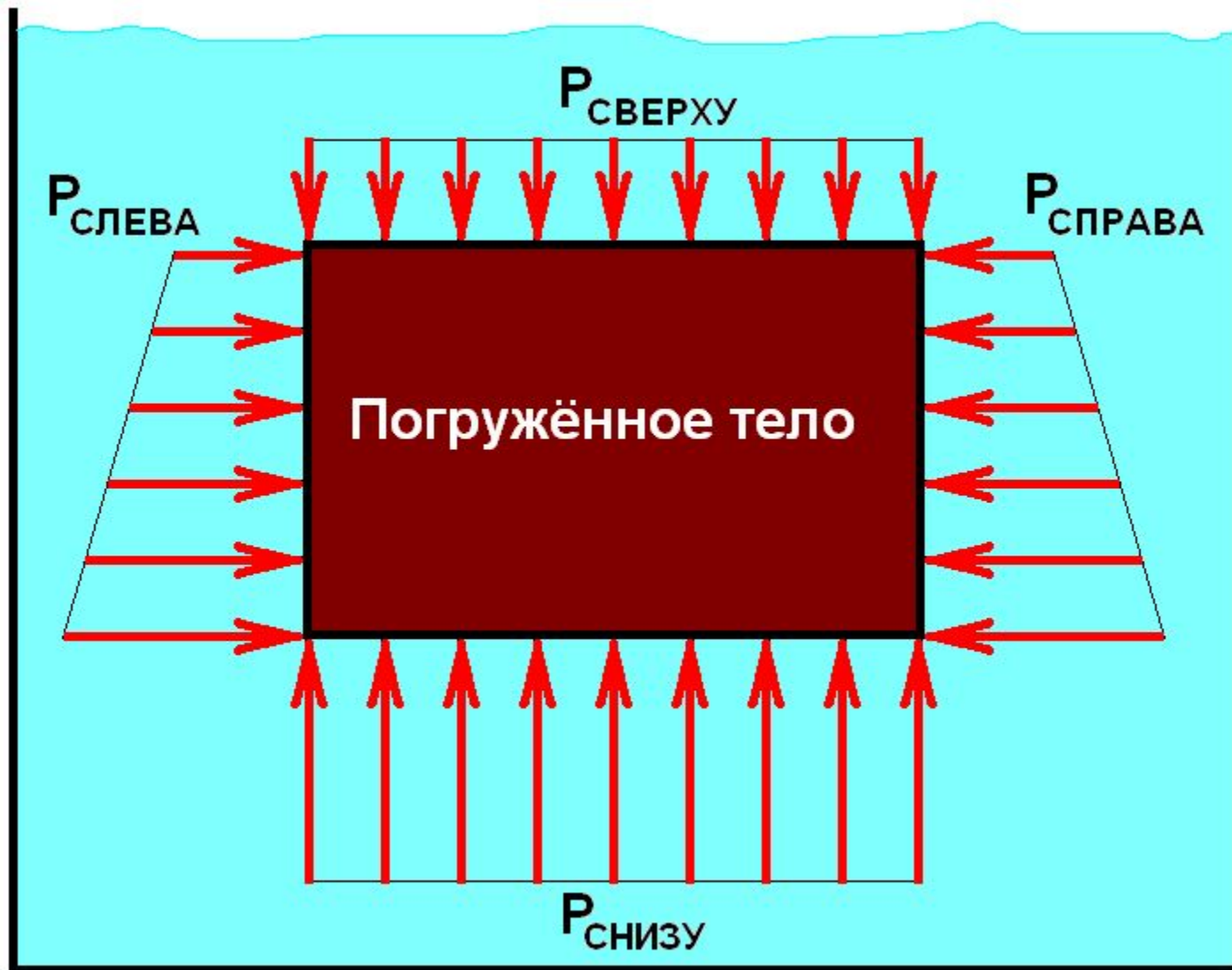
Прекращение демонстрации с выходом из презентации.

# ПЛАН, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

1. Выяснить природу силы Архимеда.
2. Обосновать направление силы Архимеда.
3. Научиться определять направление силы Архимеда в конкретных задачах.
4. Исследовать точку приложения силы Архимеда.
5. Повторить известный вывод формулы для определения величины силы Архимеда.
6. Применить полученные результаты для обоснования плавучести различных тел.
7. Показать перспективы исследования силы Архимеда и плавучести различных тел.

*«Плавучесть – свойство плавучего».*  
*В.И.Даль. Толковый словарь русского языка.*

# ПРИРОДА СИЛЫ АРХИМЕДА

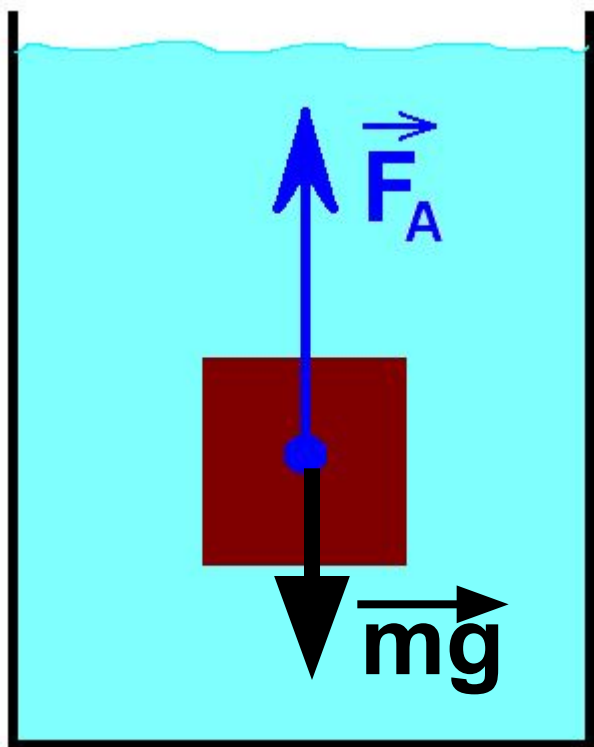


Снизу давление воды больше, чем сверху. Давление выталкивает тело.  
Сила Архимеда – это сила давления (от давления среды).

# НАПРАВЛЕНИЕ СИЛЫ АРХИМЕДА

Традиционно говорят, что сила Архимеда направлена вверх.

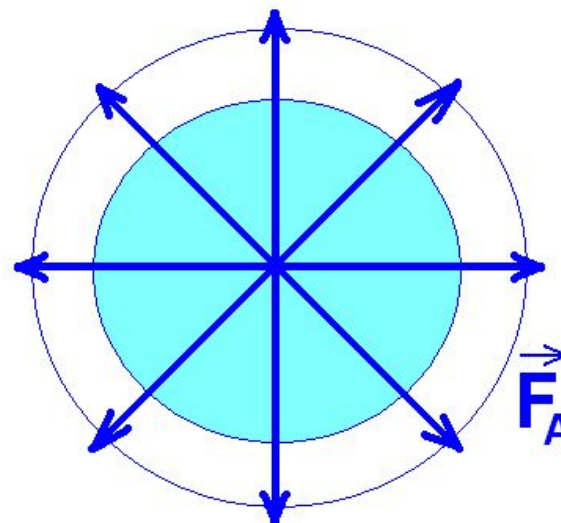
Это грубейшая ошибка!



Это не всегда так!

Изучаем общие свойства направления силы Архимеда.

- 1) Сила Архимеда направлена не вверх, а против силы тяжести.
- 2) Сила тяжести – это сила гравитации, поэтому сила Архимеда направлена против гравитационных сил.



В космосе нет ни верха, ни низа!

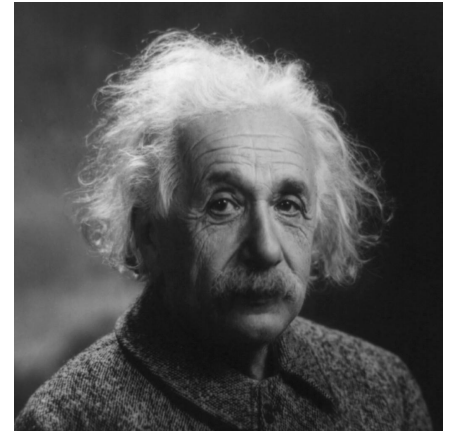
# Чем гравитация отличается от инерции?



Брагинский  
Владимир  
Борисович

Российский физик, член-корреспондент Российской АН (1991; член-корреспондент АН СССР с 1990). Основные труды по проблемам излучения, гравитации. Разработал методы точных измерений для обнаружения гравитационных волн.

Н  
И  
Ч  
Е  
М

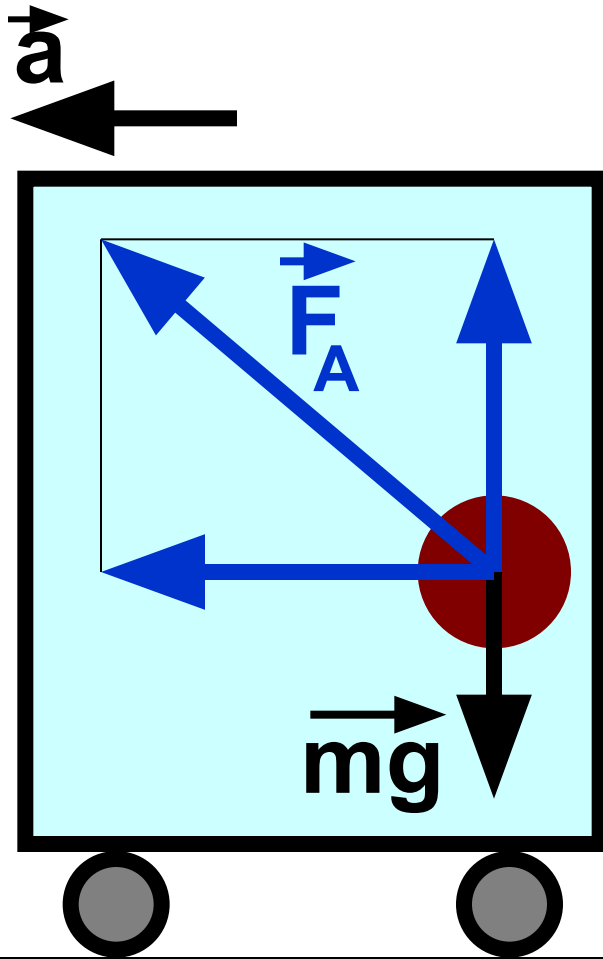


Альберт  
Эйнштейн

Создатель специальной и общей теории относительности, исследовал движение тел с околосветовыми скоростями, изучал гравитацию.

**Сила Архимеда направлена против гравитационных и инерционных сил.**

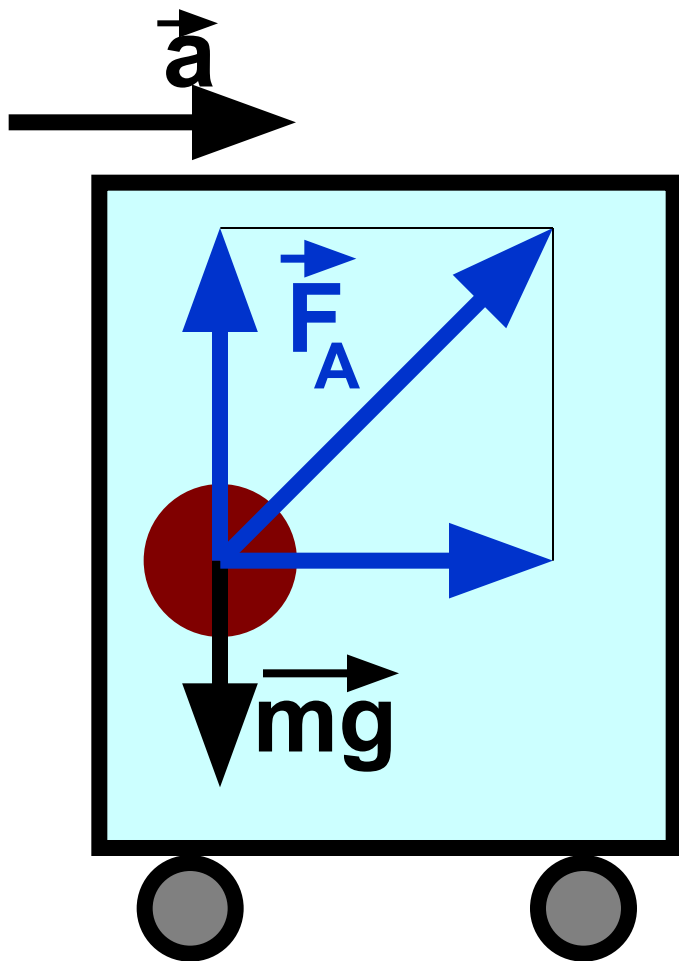
# СИЛА АРХИМЕДА В ТОРМОЗЯЩЕМСЯ ВАГОНЕ



- 1) Земля притягивает тело вниз – сила Архимеда вверх.
- 2) Инерция прижимает тело к передней стенке – сила Архимеда к задней.

**В тормозящемся вагоне сила Архимеда направлена вверх и назад (против гравитации и против инерции).**

# СИЛА АРХИМЕДА В РАЗГОНЯЮЩЕМСЯ ВАГОНЕ

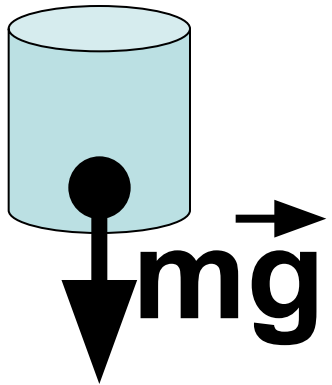


- 1) Земля притягивает тело вниз – сила Архимеда вверх.
- 2) Инерция прижимает тело к задней стенке – сила Архимеда к передней.

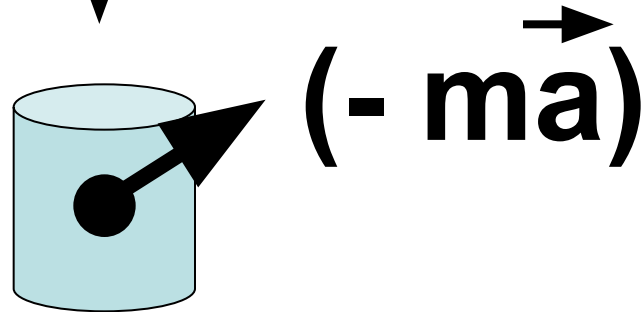
**В разгоняющемся вагоне сила Архимеда направлена вверх и вперёд (против гравитации и против инерции).**



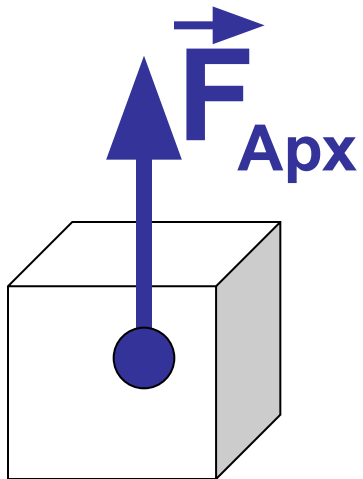
# ТОЧКА ПРИЛОЖЕНИЯ СИЛЫ АРХИМЕДА



Сила тяжести приложена к центру тяжести тела.



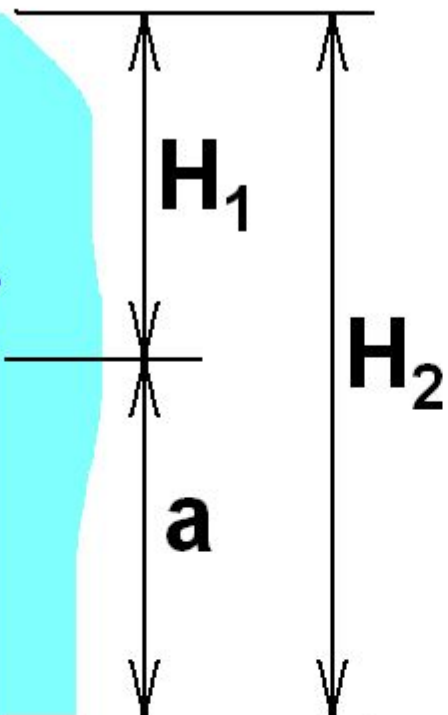
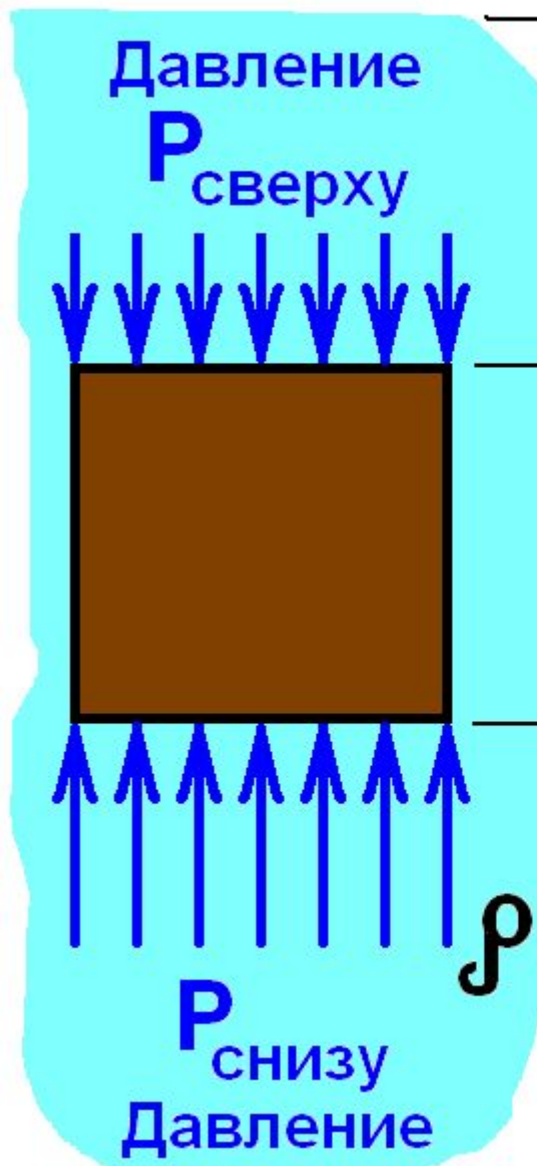
«Силы инерции» приложены к центру масс тела.



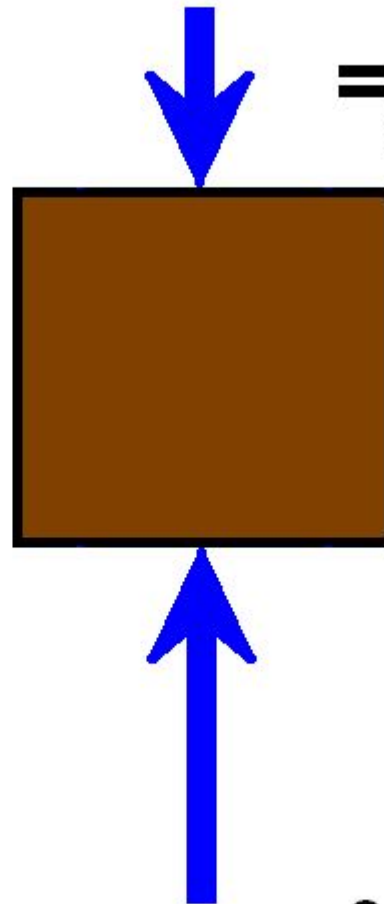
Сила Архимеда приложена к центру давления тела.



# ВЕЛИЧИНА СИЛЫ АРХИМЕДА



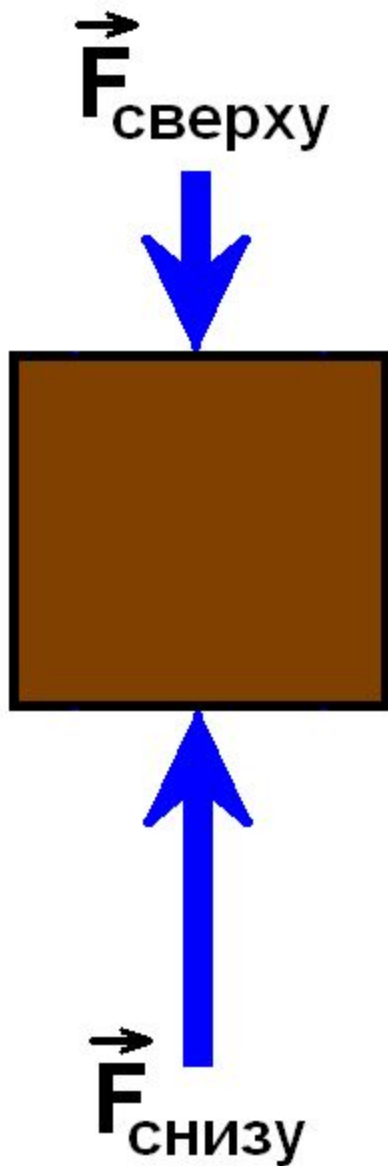
$$F_{\text{сверху}} = P_{\text{сверху}} \cdot a^2 = \rho g H_1 a^2$$



Сила давления снизу больше, чем сверху.

$$F_{\text{снизу}} = P_{\text{снизу}} \cdot a^2 = \rho g H_2 a^2$$

# СИЛА АРХИМЕДА – ЭТО РЕЗУЛЬТИРУЮЩАЯ ОТ СИЛ ДАВЛЕНИЯ

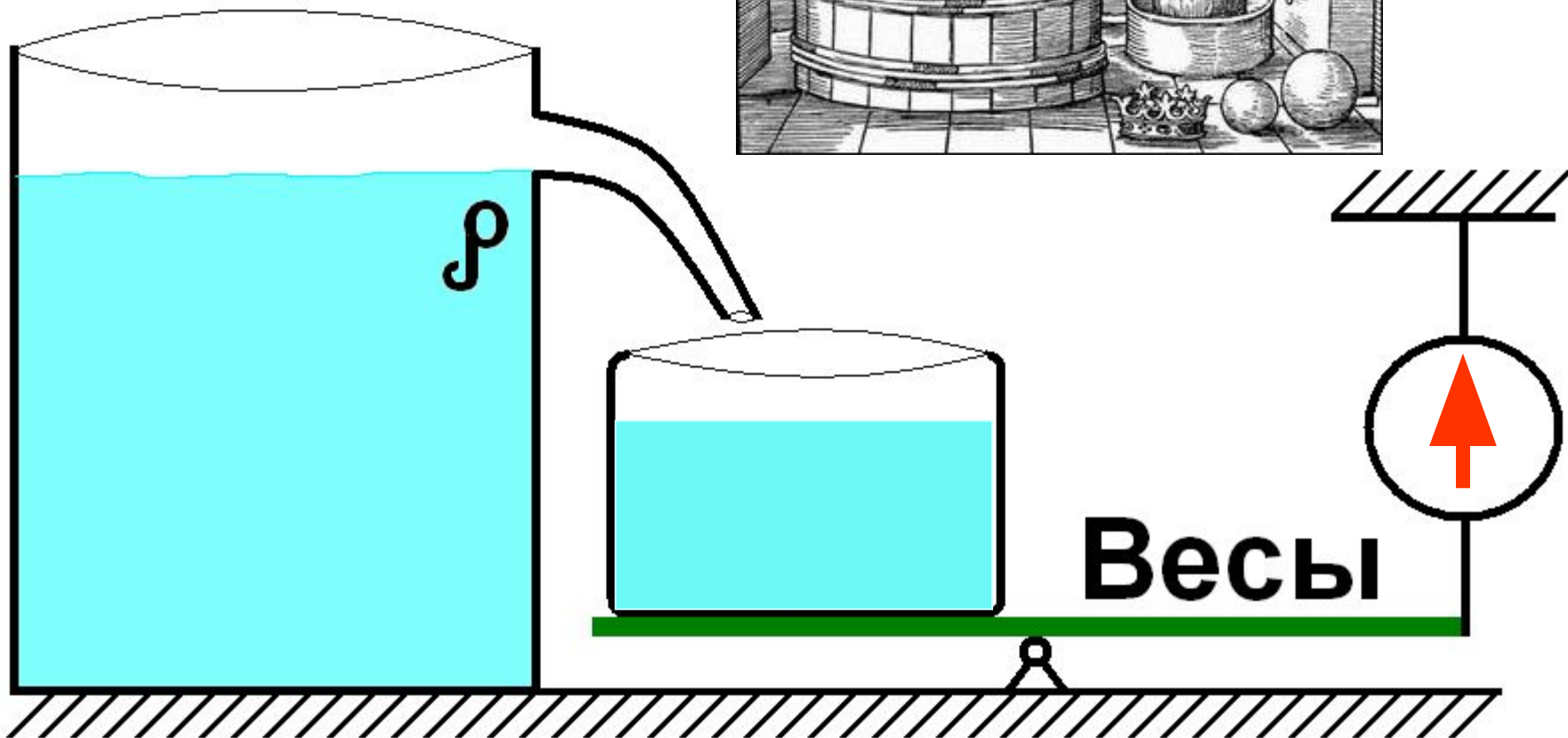


$$\begin{aligned} F_{\text{Архимеда}} &= F_{\text{снизу}} - F_{\text{сверху}} = \\ &= \rho g H_2 a^2 - \rho g H_1 a^2 = \\ &= \rho g a^2 (H_2 - H_1) = \rho g a^3 = \\ &= \rho V_{\text{тела}} \cdot g = m_{\text{вытесненной}} \cdot g \end{aligned}$$

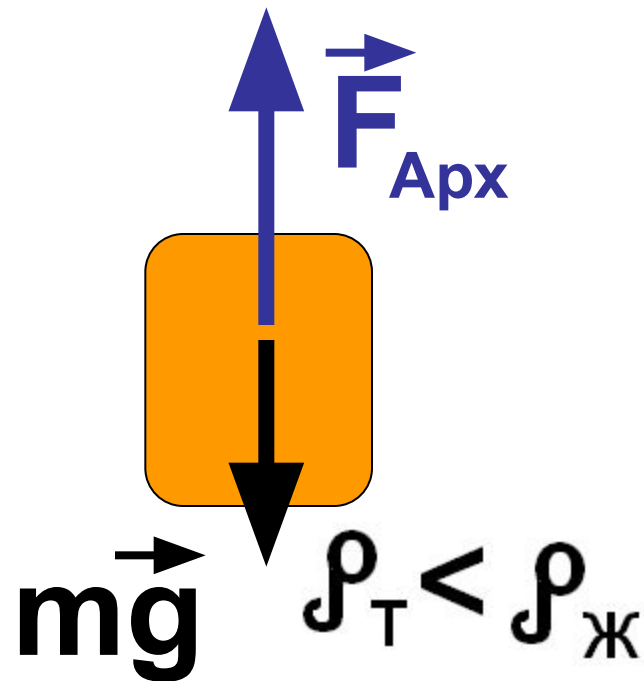
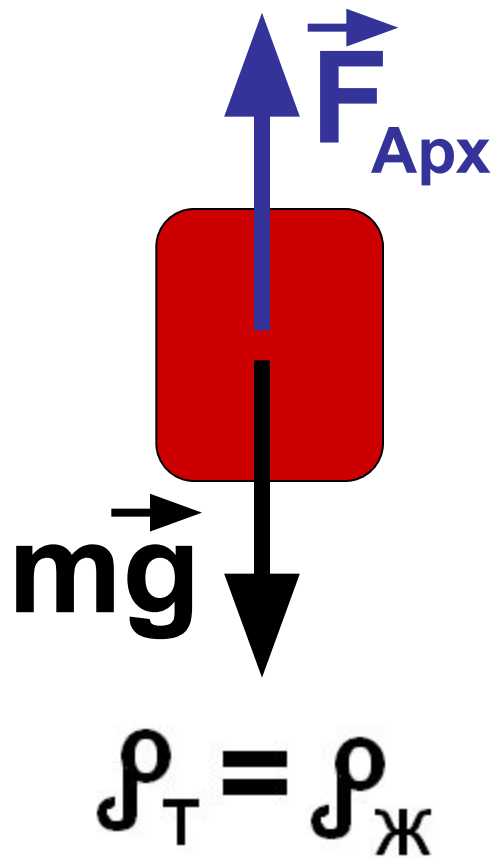
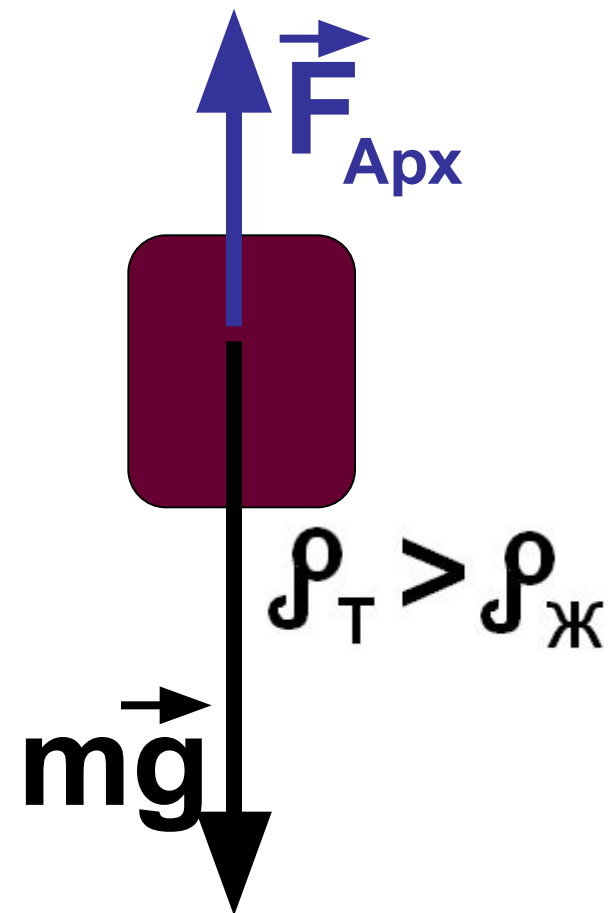
$$F_{\text{Арх}} = m_{\text{выт}} g$$

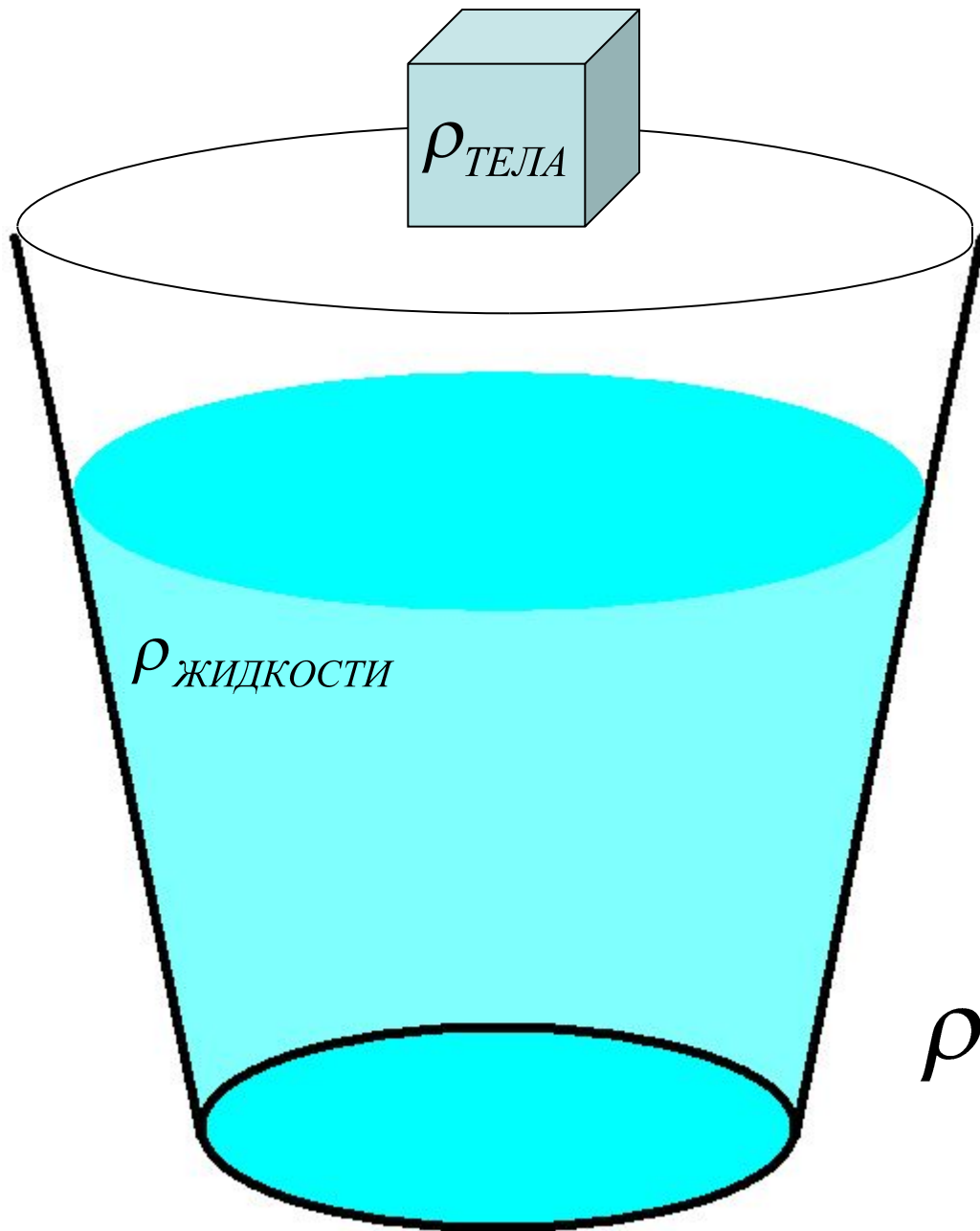
# СИЛА АРХИМЕДА РАВНА ВЕСУ ВЫТЕСНЕННОЙ СРЕДЫ (ЖИДКОСТИ)

$V_{\text{тела}}$



# ТОНЕТ, ПЛАВАЕТ, ВСПЛЫВАЕТ





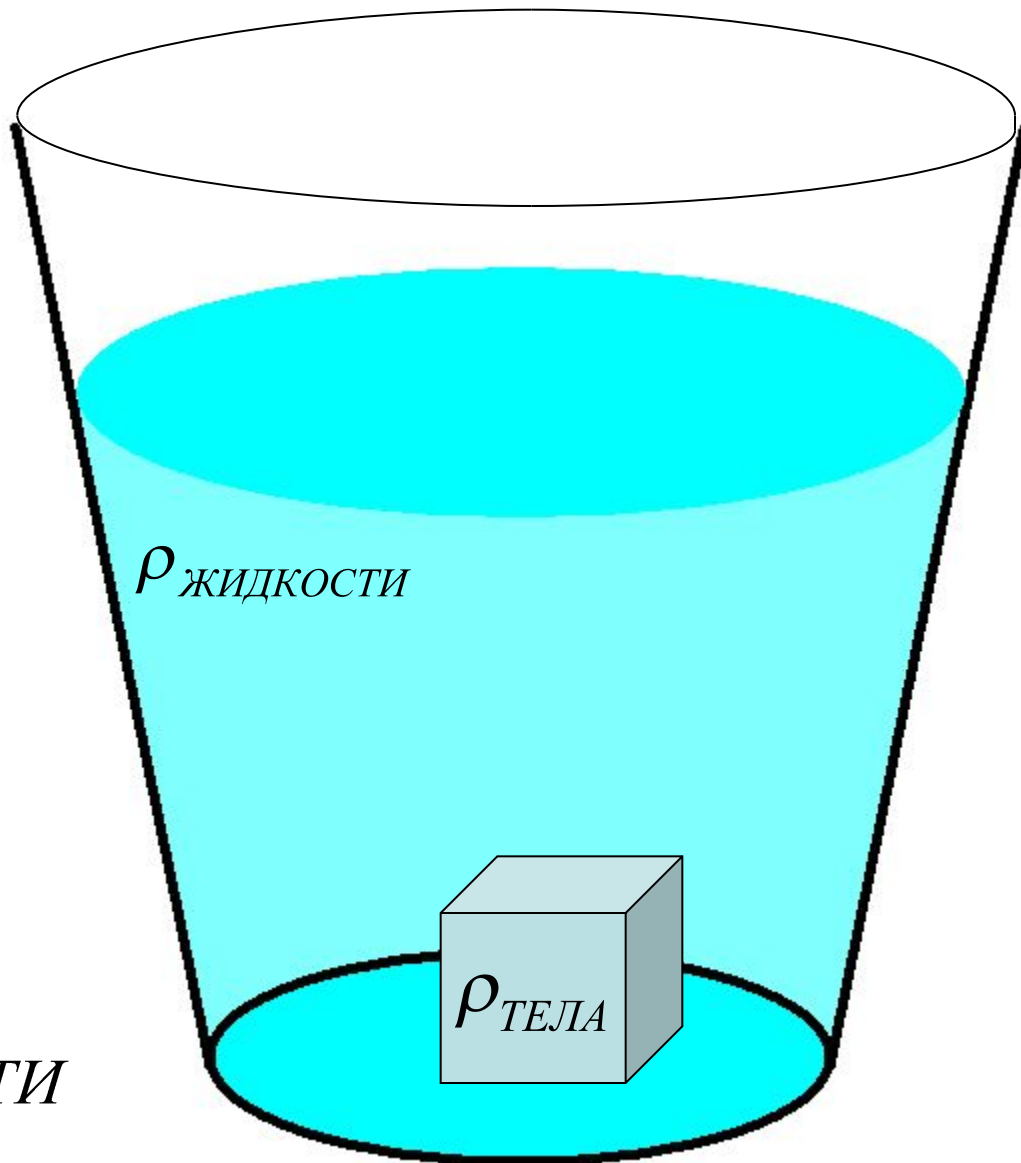
Это тело тонет,  
потому что его  
плотность больше  
плотности жидкости.

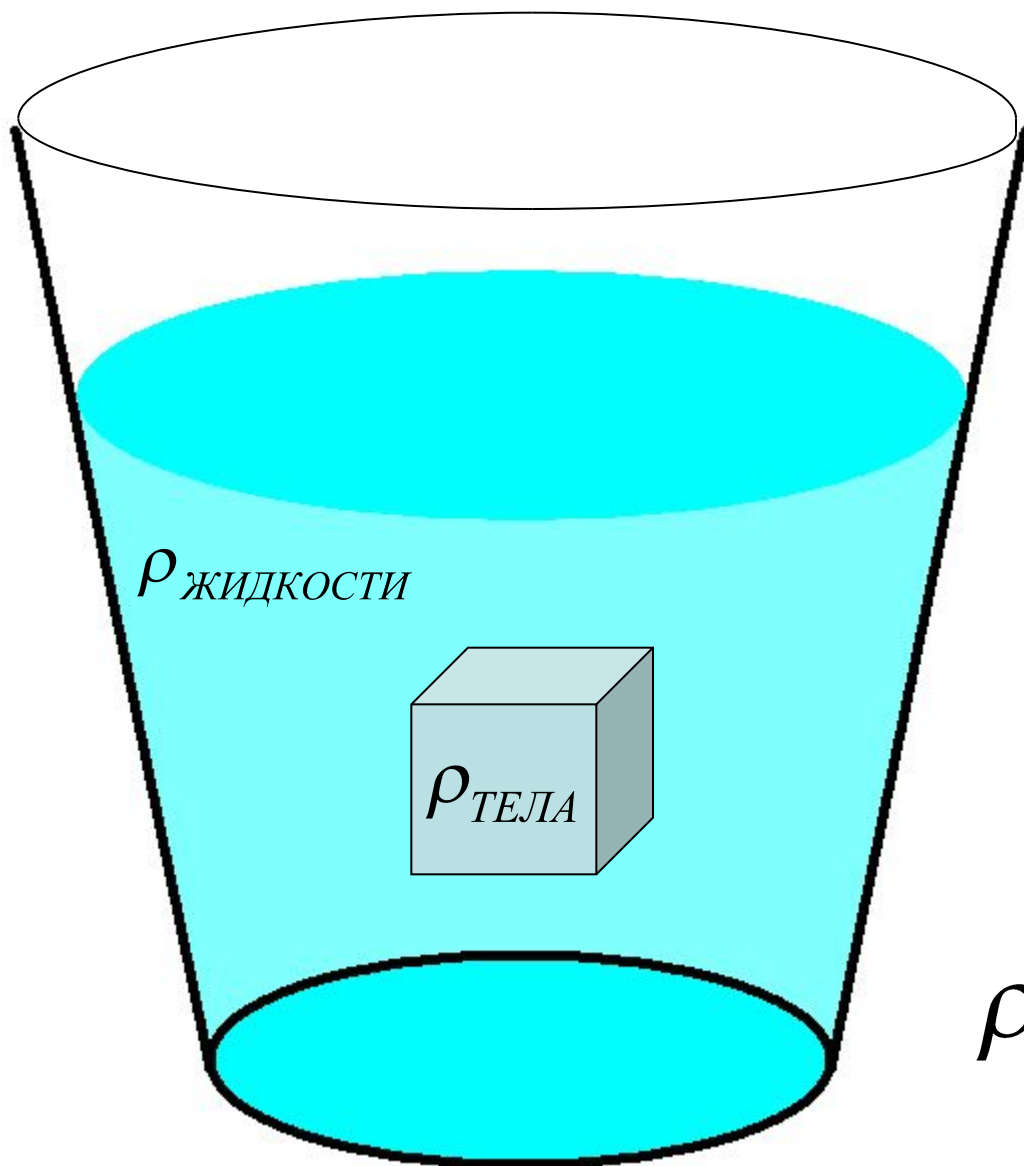
$$\rho_{\text{ТЕЛА}} > \rho_{\text{ЖИДКОСТИ}}$$



Это тело всплывает,  
потому что его  
плотность меньше  
плотности жидкости.

$$\rho_{\text{ТЕЛА}} < \rho_{\text{ЖИДКОСТИ}}$$

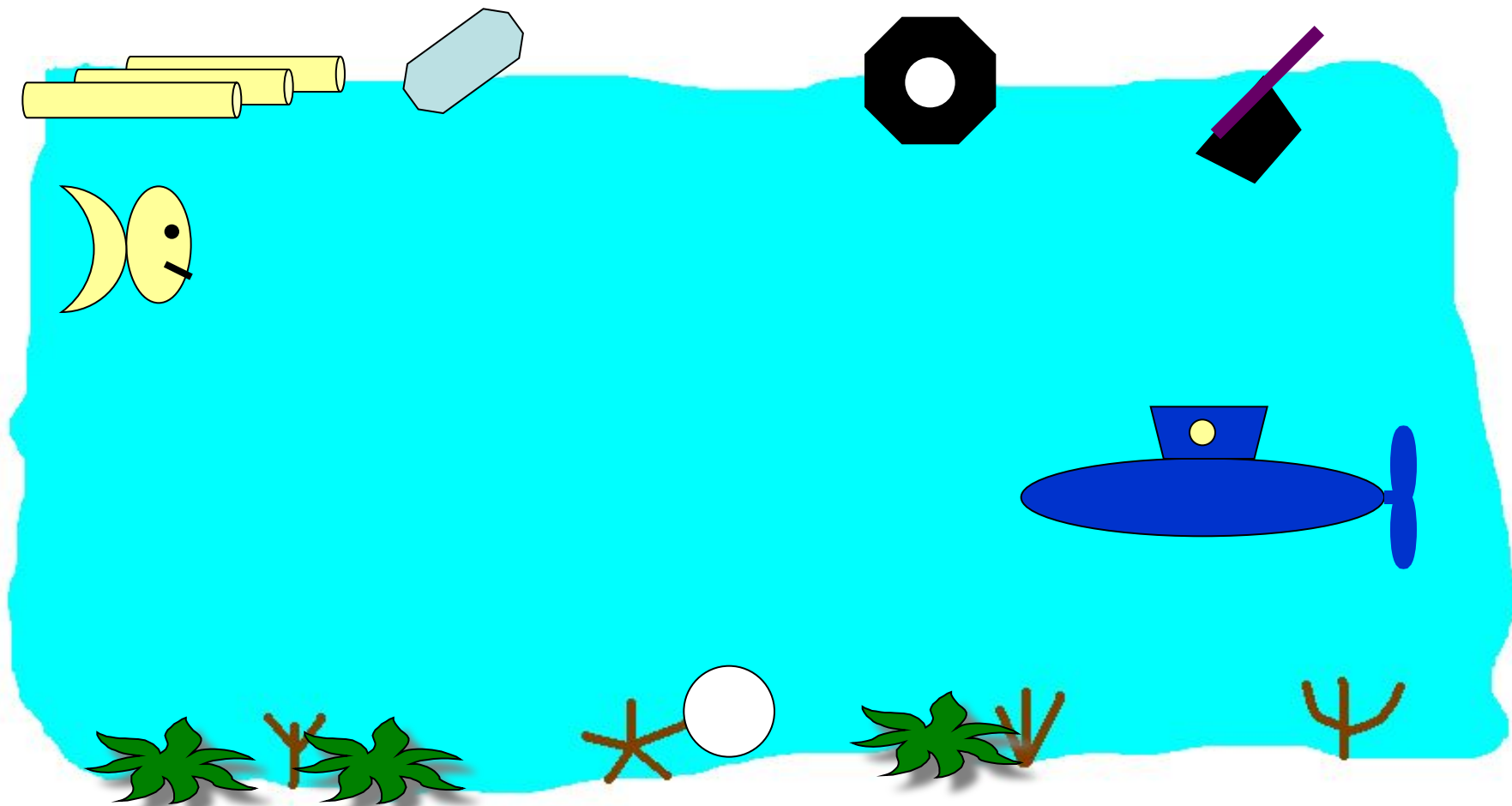




Это тело плавает,  
потому что его  
плотность равна  
плотности жидкости.

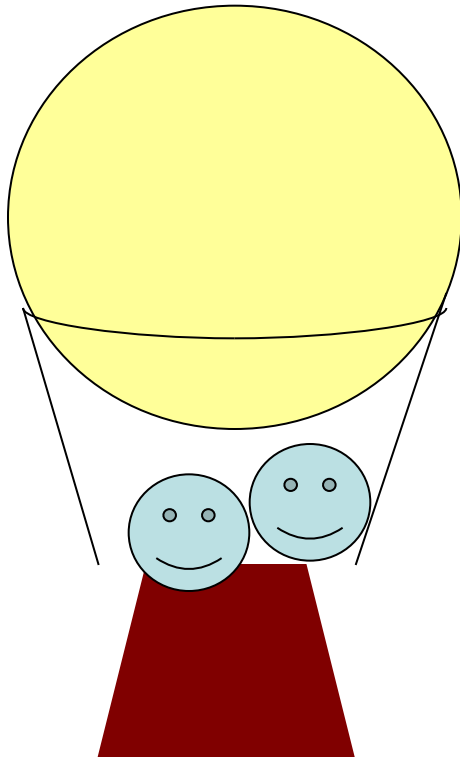
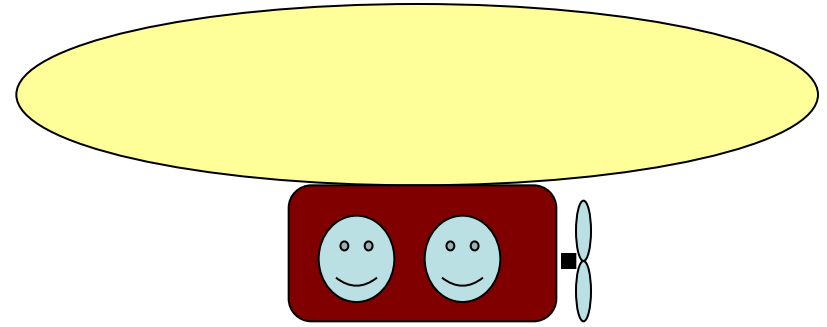
$$\rho_{\text{ТЕЛА}} = \rho_{\text{жидкости}}$$





1. Определите среднюю плотность подводной лодки.
2. Определите среднюю плотность Золотой рыбки.
3. Оцените среднюю плотность пузырька воздуха.
4. Оцените среднюю плотность гайки.
5. Как надо понимать сравнение «камнем на дно»?
6. Что означает фраза «плавает, как топор»?
7. Почему надувной плот надувают воздухом?





Чем воздухоплавание  
отличается от полёта?  
Кто летает?  
Кто плавает?  
Какие плотности тел?



# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ



Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$  ;  
плотность масла  $800 \text{ кг/м}^3$  ;  
плотность ртути  $13600 \text{ кг/м}^3$  ;  
плотность дуба  $900 \text{ кг/м}^3$  ;  
плотность стали  $7800 \text{ кг/м}^3$  ;  
плотность свинца  $11200 \text{ кг/м}^3$  .

**Ответ:**



- 1) Как расположатся эти три жидкости в одном стакане?
- 2) Какие твёрдые материалы утонут в каких из трёх жидкостях?

**Ответ:** дуб – в масле; сталь и свинец – в масле и в воде.

- 3) Какую плотность должно иметь тело, чтобы утонуть в стакане на рисунке?

**Ответ:** более плотности ртути, то есть более  $13600 \text{ кг/куб.м}$  .

- 4) От чего зависит величина силы Архимеда?

**Ответ:**

- 1) от объёма погружённого тела;
- 2) от плотности окружающей жидкости (среды);
- 3) от ускорения свободного падения  $g$  (другие планеты).

- 5) Тело плотно прижали ко дну стакана. Как изменится сила Архимеда?

**Ответ:** без проводящего слоя жидкости давление не передаётся, сила Архимеда равна нулю.

# ВЫВОД

Знание силы Архимеда позволяет понять законы плавучести кораблей, подводных лодок, плотов, а также законы воздухоплавания воздушных шаров, аэростатов и дирижаблей.