

# Урок 29. Плавание тел

Физика, 7 класс · Архимедова сила, плавание · ~45 минут

## Что ты узнаешь

- Почему железный гвоздь тонет, а огромный железный корабль — нет.
- Три судьбы тела в жидкости: тонет, плавает внутри, всплывает.
- Как предсказать судьбу тела двумя способами — по силам и по плотностям.
- Почему лёд плавает, а монетка — нет.

## Разбираемся в теме

Брось в воду камень — утонет. Брось деревяшку — поплывёт. Брось каплю масла — всплывёт наверх. Почему одни тела тонут, а другие нет? Сейчас разберёмся раз и навсегда.

На любое тело в жидкости действуют **две силы**:

- **сила тяжести**  $F_{\text{тяж}}$  тянет тело **вниз**;
- **архимедова сила**  $F_A$  выталкивает **вверх**.

Кто кого перетянет — тот и решает судьбу тела.

## Три случая

### Запомни (по силам):

- $F_{\text{тяж}} > F_A \rightarrow$  тело **тонет** (опускается на дно);
- $F_{\text{тяж}} = F_A \rightarrow$  тело **плавает внутри** жидкости (висит, не всплывая и не тонет);
- $F_{\text{тяж}} < F_A \rightarrow$  тело **всплывает** (поднимается, пока не выглянет наружу).

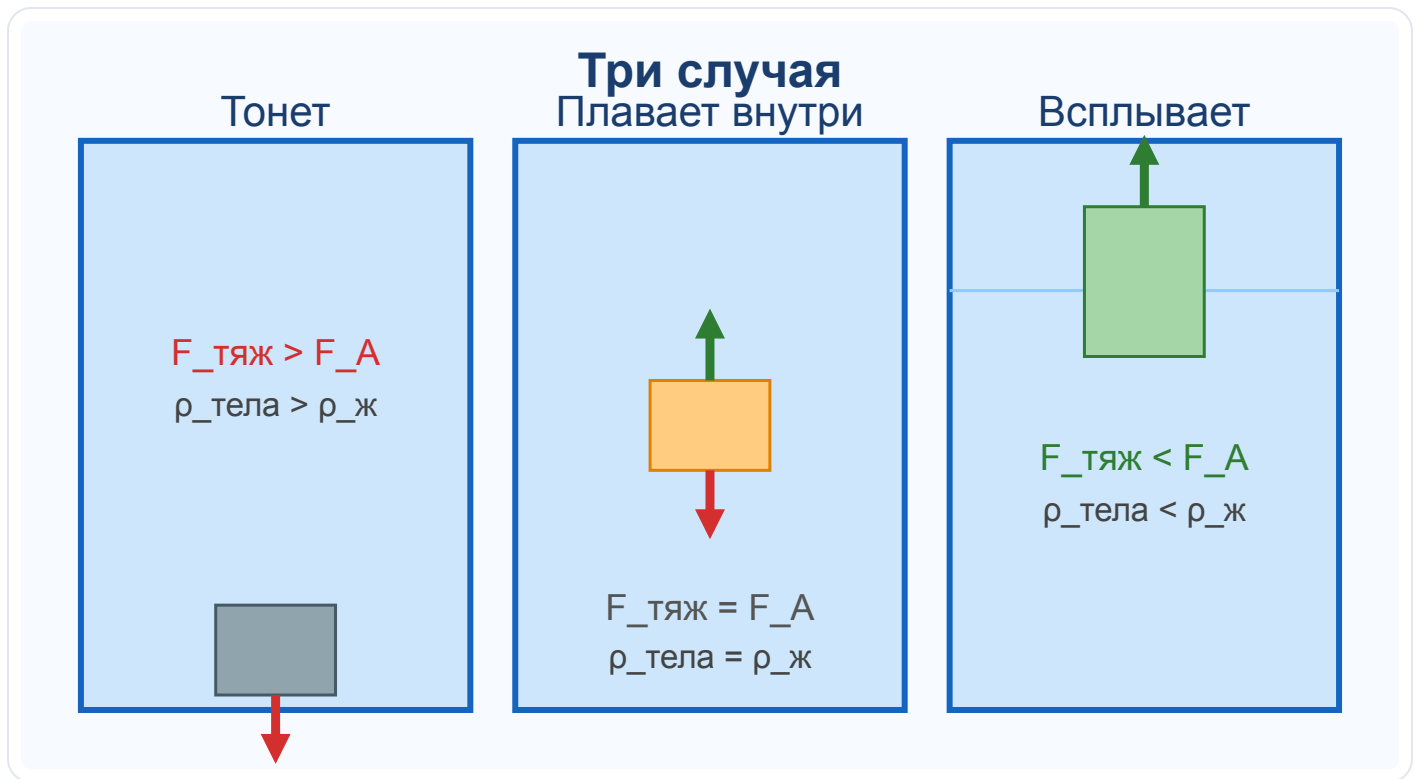


Рис. 1. Тонет, плавает внутри, всплывает — три судьбы тела


### Тот же закон — через плотности

Сравнивать силы не всегда удобно. Гораздо проще сравнить **плотности!** Если тело и жидкость имеют один и тот же объём, то их сравнение сводится к сравнению плотностей.

#### **Запомни (по плотностям):**

- $\rho_{\text{тела}} > \rho_{\text{ж}}$  → тело **тонет**;
- $\rho_{\text{тела}} = \rho_{\text{ж}}$  → тело **плавает внутри** жидкости;
- $\rho_{\text{тела}} < \rho_{\text{ж}}$  → тело **всплывает** и плавает на поверхности.


Это ужасно удобно: достаточно знать две плотности — и ты сразу предсказываешь судьбу тела, не считая никаких сил!


 **Интересно:** Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Дерево ( $\approx 500\text{--}700$ ) и лёд ( $900$ ) — легче, поэтому плавают. Сталь ( $7800$ ), камень ( $2500$ ), золото ( $19\,300$ ) —


тяжелее, поэтому тонут. А масло ( $\approx 900$ ) всплывает на воду — потому и собирается плёнкой сверху.


### А почему всплывшее тело перестаёт всплывать

Когда лёгкое тело всплывает, часть его высовывается из воды. Теперь под водой только **часть** объёма — а значит, и  $F_A$  уменьшается (вспомни:  $F_A$  зависит от объёма *погружённой части*). Тело высовывается ровно настолько, чтобы выталкивающая сила снова сравнялась с силой тяжести. Тогда наступает равновесие — тело плавает на поверхности.

 **Условие плавания на поверхности:**  $F_{\text{тяж}} = F_A$ , где  $F_A$  считают только по **погружённой** части тела.

 **Частая ошибка:** «Тяжёлые тела всегда тонут, лёгкие — плавают». Неверно! Огромный тяжёлый корабль плавает, а крошечная лёгкая дробишка тонет. Решает не масса, а **плотность** (и форма — об этом в следующем уроке).

 **А знаешь ли ты?** Лёд плавает, потому что при замерзании вода расширяется и становится менее плотной (900 против 1000 кг/м<sup>3</sup>). Если бы лёд был плотнее воды, водоёмы промерзли бы до дна, и рыба зимой бы погибала. Эта особенность воды спасает жизнь!

 **Прикинь сам:** парафин имеет плотность 900 кг/м<sup>3</sup>. Утонет он в воде (1000) или всплывёт? А в керосине (800)?

### Разбор задач

**Пример 1.** Тело весит 30 Н, а архимедова сила на него (при полном погружении) равна 20 Н. Что произойдёт с телом?

**Дано:**  $F_{\text{тяж}} = 30 \text{ Н}$   $F_{\text{А}} = 20 \text{ Н}$

**Найти:** поведение тела

**Решение:**  $F_{\text{тяж}} > F_{\text{А}}$  ( $30 > 20$ )  $\rightarrow$  перевешивает сила тяжести.

**Ответ:** тело **тонет**.

---

**Пример 2.** Плотность тела  $700 \text{ кг/м}^3$ . Будет ли оно плавать в воде ( $1000 \text{ кг/м}^3$ )? В керосине ( $800 \text{ кг/м}^3$ )?

**Дано:**  $\rho_{\text{тела}} = 700 \text{ кг/м}^3$   $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$   $\rho_{\text{керосина}} = 800 \text{ кг/м}^3$

**Найти:** поведение тела

**Решение:** В воде:  $700 < 1000 \rightarrow \rho_{\text{тела}} < \rho_{\text{ж}} \rightarrow$  **всплывает, плавает на поверхности**. В керосине:  $700 < 800 \rightarrow$  тоже  $< \rightarrow$  **всплывает**.

**Ответ:** и в воде, и в керосине тело плавает на поверхности.

---

**Пример 3.** Тело объёмом  $0,001 \text{ м}^3$  и массой  $1,2 \text{ кг}$  опустили в воду. Утонет ли оно? ( $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $g = 9,8 \text{ Н/кг}$ )

**Дано:**  $V = 0,001 \text{ м}^3$   $m = 1,2 \text{ кг}$   $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$   $g = 9,8 \text{ Н/кг}$

**Найти:** поведение тела

**Решение:** Сила тяжести:  $F_{\text{тяж}} = m \cdot g = 1,2 \cdot 9,8 = 11,76 \text{ Н}$ . Архимедова сила (полное погружение):  $F_{\text{А}} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V = 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,001 = 9,8 \text{ Н}$ .  $F_{\text{тяж}} (11,76) > F_{\text{А}} (9,8) \rightarrow$  перевешивает тяжесть.

**Ответ:** тело **тонет**. (Проверка по плотности:  $\rho_{\text{тела}} = m/V = 1,2 / 0,001 = 1200 \text{ кг/м}^3 > 1000$  — тонет. Сходится!)

---

**Пример 4 (с рассуждением).** Кусок льда плавает в стакане. Какая часть силы тяжести уравновешена выталкивающей силой?

**Решение:** Лёд плавает в равновесии, значит  $F_{\text{А}} = F_{\text{тяж}}$  — выталкивающая сила полностью уравновешивает силу тяжести. Лёд высунулся из воды ровно

настолько, чтобы погружённая часть вытесняла нужный вес воды.



### Запомни главное

⚡ Сравнение **сил**: тонет, если  $F_{\text{тяж}} > F_A$ ; плавает внутри, если  $F_{\text{тяж}} = F_A$ ; всплывает, если  $F_{\text{тяж}} < F_A$ . ⚡ Сравнение **\*\*плотностей\*\***: тонет, если  $\rho_{\text{тела}} > \rho_{\text{ж}}$ ; плавает внутри, если  $\rho_{\text{тела}} = \rho_{\text{ж}}$ ; всплывает, если  $\rho_{\text{тела}} < \rho_{\text{ж}}$ .

- $F_{\text{тяж}} = m \cdot g$  (Н);  $F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V$  (Н).
- На поверхности плавающее тело:  $F_{\text{тяж}} = F_A$  (по погружённой части).
- Решает не масса, а **плотность** тела по сравнению с плотностью жидкости.



### Домашнее задание

1. Назови три случая поведения тела в жидкости и условия для каждого (по силам).
2. Сформулируй те же три случая через плотности.
3.  $F_{\text{тяж}} = 15$  Н,  $F_A = 22$  Н. Что произойдёт с телом?
4. Плотность тела  $1300$  кг/м<sup>3</sup>. Утонет ли оно в воде? В ртути ( $13\,600$  кг/м<sup>3</sup>)?
5. Тело массой  $0,8$  кг и объёмом  $0,001$  м<sup>3</sup> опустили в воду. Утонет или всплывёт? ( $g = 9,8$  Н/кг)
6. Почему лёд плавает в воде?
7. Парафин ( $900$  кг/м<sup>3</sup>) бросили в воду, керосин ( $800$ ) и бензин ( $710$ ). Где он утонет, где всплывёт?
8. Почему огромный стальной корабль не тонет, а маленький стальной болт тонет? (Кратко; подробно — в след. уроке.)
9. ★ Тело массой  $0,9$  кг и объёмом  $0,001$  м<sup>3</sup> плавает в воде. Какой объём тела погружён? ( $\rho$  воды =  $1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $g = 9,8$  Н/кг)