

Урок 23. Сообщающиеся сосуды

Физика, 7 класс · Давление · ~45 минут

Ты когда-нибудь поливал огород из лейки или замечал, что в чайнике вода в носике стоит ровно на той же высоте, что и внутри? А как корабли поднимаются по реке через плотину — буквально едут по лестнице из воды? За всем этим стоит одно простое и красивое правило про сообщающиеся сосуды. Сейчас ты его откроешь — и начнёшь замечать его повсюду: в кране, в фонтане, даже в строительном уровне.

Что ты узнаешь


- Что такое **сообщающиеся сосуды**.
- Главное правило: однородная жидкость в них стоит **на одном уровне**.
- Что происходит, если налить разные жидкости.
- Где это используется: чайник, водопровод, шлюзы, фонтаны.

Разбираемся в теме

Что это такое

Сообщающиеся сосуды — это два или несколько сосудов, соединённых между собой внизу (через трубку или отверстие), так что жидкость может перетекать из одного в другой.

Простейший пример — U-образная трубка. Налей в неё воду — и увидишь интересную вещь.

 **Запомни:** В сообщающихся сосудах одна и та же (однородная) жидкость всегда устанавливается на **одном и том же уровне**, какой бы формы и толщины ни были сосуды.

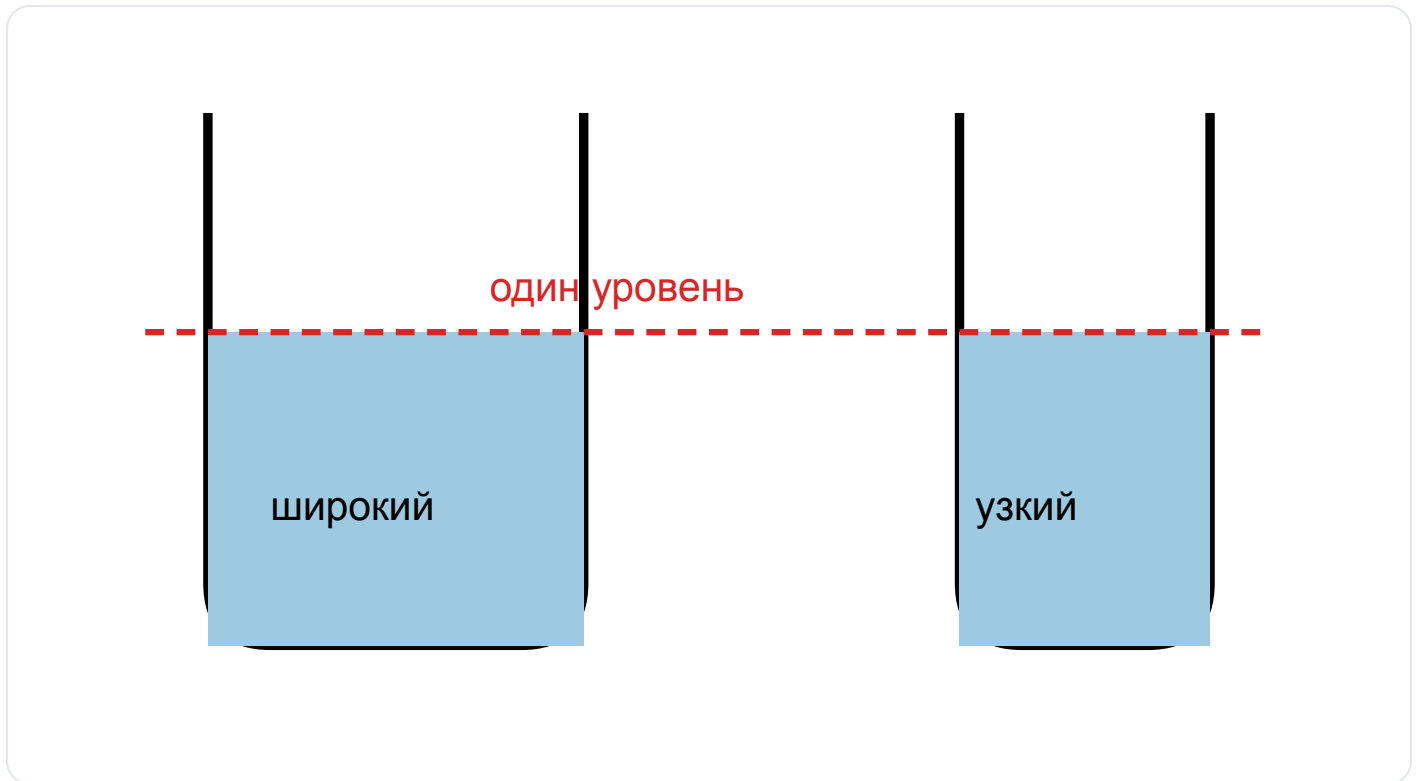


Рис. 1. Однородная жидкость в сообщающихся сосудах стоит на одном уровне независимо от их формы.

Почему так?

Жидкость покоится (никуда не течёт) только тогда, когда давление у дна, в месте соединения сосудов, одинаково с обеих сторон. А давление жидкости $p = \rho \cdot g \cdot h$ зависит только от плотности и высоты столба. Если жидкость одна и та же (ρ одинаковая), то и высота h должна быть одинаковой — иначе с более высокой стороны давление было бы больше и жидкость перетекла бы, пока уровни не сравняются.

⚠ Частая ошибка: Не думай, что в широком сосуде уровень будет ниже «потому что воды больше». Объём может быть разным, но **высота уровня всегда одинаковая.**

А если жидкости разные?

Если налить в сообщающиеся сосуды разные жидкости (например, в одно колено воду, в другое — масло), уровни уже **не** совпадут.

Жидкость покоится, когда давления у дна равны: $\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$. Значит, жидкость с меньшей плотностью поднимется **выше**, а с большей плотностью — окажется ниже.

Запомни: Разные жидкости в сообщающихся сосудах стоят на разных уровнях: чем плотнее жидкость, тем ниже её столб.

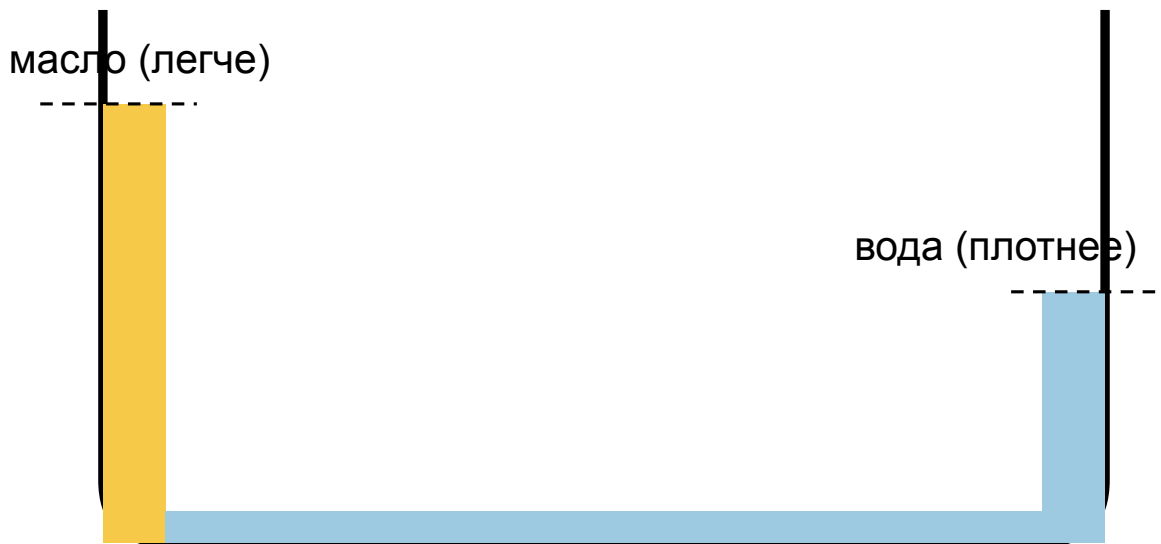



Рис. 2. Разные жидкости: лёгкое масло поднимается выше, плотная вода стоит ниже.

Где это работает в жизни

- **Чайник.** Носик и корпус — сообщающиеся сосуды. Вода в носике и в чайнике на одном уровне, поэтому по высоте носика видно, сколько воды внутри. Кстати, носик надо делать выше, чем верх корпуса, иначе чайник нельзя налить доверху.
- **Водопровод.** Вода подаётся из высокой водонапорной башни. Чем выше башня, тем больше давление и тем выше поднимется вода в кранах домов.
- **Шлюзы.** Чтобы корабль перешёл с низкого участка реки на высокий, его заводят в шлюз — камеру, в которой постепенно поднимают или опускают

уровень воды (по принципу сообщающихся сосудов), как на лифте.

- **Фонтан.** Вода подаётся из бака, расположенного выше уровня струи. Она стремится подняться до уровня в баке — и бьёт вверх.
- **Строительный уровень (водяной).** Прозрачный шланг с водой: на двух концах вода всегда на одной высоте — так находят горизонталь даже между разными комнатами.

 **А знаешь ли ты?** В Древнем Риме воду в города вели по акведукам за десятки километров. Инженеры использовали именно принцип сообщающихся сосудов: вода сама текла туда, где уровень ниже.

 **Прикинь сам:** Почему фонтан не может бить струёй выше уровня воды в баке, из которого он питается?

Разбор задач

Пример 1 (качественная). В сообщающиеся сосуды разной ширины налили воду. В широком сосуде её гораздо больше. Где уровень воды выше?

Решение: Жидкость однородная, поэтому уровень в обоих сосудах одинаковый. Количество (объём) воды роли не играет — важна только высота столба, а она выравнивается.

Пример 2 (качественная). В одно колено U-трубки налили воду, в другое — керосин. У какой жидкости столб окажется выше?

Решение: Давления у дна равны: $\rho_{\text{в}} \cdot g \cdot h_{\text{в}} = \rho_{\text{к}} \cdot g \cdot h_{\text{к}}$. У керосина плотность меньше (800 против 1000 кг/м³), поэтому его столб $h_{\text{к}}$ должен быть выше, чтобы давление сравнялось. Выше будет керосин.

Пример 3 (расчётная). Высота водонапорной башни 20 м. Какое давление создаёт вода у её основания (на уровне крана в доме)? ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $g \approx 10 \text{ Н/кг}$)

Дано: $h = 20 \text{ м}$ $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ $g \approx 10 \text{ Н/кг}$

Найти: p — ?

Решение: $p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 20 = 200\,000 \text{ Па} = 200 \text{ кПа}$

Ответ: $p = 200\,000 \text{ Па} = 200 \text{ кПа}$.

Пример 4 (расчётная). В U-образной трубке вода. В одно колено долили масло, его столб поднялся на $h_1 = 10 \text{ см}$. На сколько при этом опустилась/изменилась вода — найди высоту столба воды h_2 , уравнивающего масло. Плотность масла 800 кг/м^3 , воды 1000 кг/м^3 .

Дано: $h_1 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ (масло) $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$

Найти: h_2 — ?

Решение: В равновесии давления столбов у границы равны: $\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$
 g сокращается: $\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$ $h_2 = \rho_1 \cdot h_1 / \rho_2 = 800 \cdot 0,1 / 1000 = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}$

Ответ: столб воды $h_2 = 8 \text{ см}$. Масло (10 см) выше воды (8 см), потому что оно легче.



Запомни главное



В сообщающихся сосудах **однородная** жидкость стоит на **одном уровне** независимо от их формы.



Разные жидкости стоят на разных уровнях: чем плотнее жидкость, тем ниже её столб.

⚡ Условие равновесия разных жидкостей: $\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$ где ρ — плотность (кг/м³), h — высота столба (м).

⚡ Давление столба: $p = \rho \cdot g \cdot h$ (Па).

- Применение: чайник, водопровод, шлюзы, фонтаны, водяной уровень.



Домашнее задание

1. Что называют сообщающимися сосудами? Приведи пример.
2. Сформулируй правило для однородной жидкости в сообщающихся сосудах.
3. Почему уровень не зависит от формы и ширины сосудов? Объясни через давление.
4. Что будет с уровнями, если в разные колена налить воду и масло? У какой жидкости столб выше?
5. Назови три применения сообщающихся сосудов и кратко объясни одно из них.
6. Высота водонапорной башни 15 м. Найди давление воды у её основания ($\rho = 1000$ кг/м³, $g \approx 10$ Н/кг).
7. Почему носик чайника делают не ниже верхнего края корпуса?
8. В U-трубке столб керосина ($\rho = 800$ кг/м³) высотой 0,2 м уравнивает воду ($\rho = 1000$ кг/м³). Найди высоту столба воды.
9. ★ В одно колено сообщающихся сосудов налили ртуть ($\rho = 13\,600$ кг/м³) высотой 4 см. Какой высоты столб воды ($\rho = 1000$ кг/м³) в другом колене её уравнивает? Почему столб воды получился намного выше столба ртути?