

Урок 13. Плотность вещества

Физика, 7 класс · Взаимодействие тел · ~45 минут

Что ты узнаешь

- Почему железный шарик и деревянный одинакового размера весят по-разному.
 - Что такое **плотность** и как её вычислять: $\rho = m / V$.
 - Две единицы плотности — $\text{кг}/\text{м}^3$ и $\text{г}/\text{см}^3$ — и как переводить одну в другую.
 - Как самому определить плотность тела с помощью весов и мензурки (лабораторная).
-

Разбираемся в теме

Загадка: что тяжелее — килограмм пуха или килограмм железа? Ты, конечно, знаешь подвох: **одинаково**, по килограмму. Но вот настоящий вопрос: почему килограмм пуха занимает целый мешок, а килограмм железа уместается в кулаке?

Потому что у этих веществ разная **плотность**.

В чём дело

Возьмём два шарика одинакового размера (одинакового объёма): железный и деревянный. Положим на весы — железный окажется намного тяжелее. Объём один и тот же, а масса разная!

Значит, в одном и том же объёме железа «упаковано» больше вещества (массы), чем в таком же объёме дерева. Эту «упакованность» — сколько массы приходится на единицу объёма — и называют **плотностью**.

Запомни: Плотность показывает, какая масса вещества содержится в единице его объёма (в 1 м^3 или в 1 см^3).

Формула: Плотность: $\rho = m / V$, где m — масса тела (кг), V — объём тела (м^3), ρ (греческая буква «ро») — плотность ($\text{кг}/\text{м}^3$).

То есть чтобы найти плотность, надо массу разделить на объём.

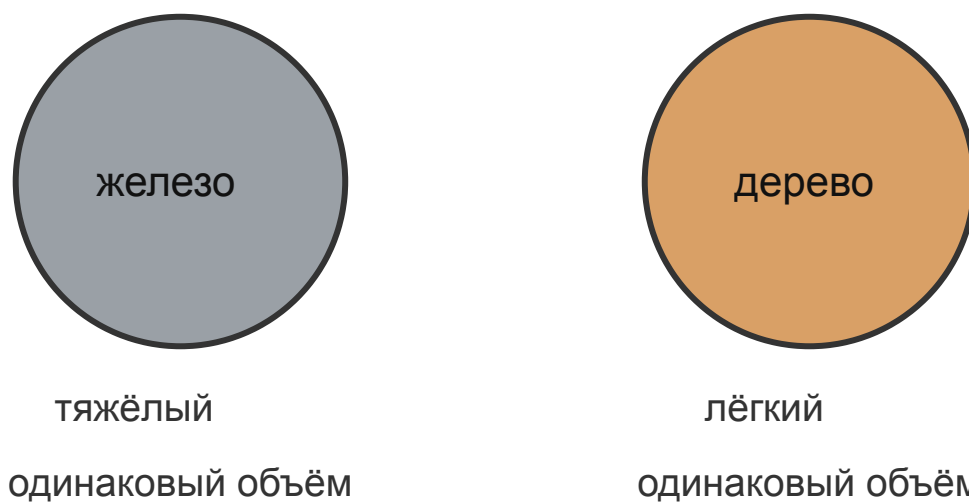


Рис. 1. Два шара одного объёма: железный тяжелее — у железа плотность больше.

Две единицы и перевод между ними

Плотность измеряют в двух удобных единицах:


- $\text{кг}/\text{м}^3$ — единица СИ (килограмм на кубический метр);
- $\text{г}/\text{см}^3$ — мелкая, удобная единица.

Между ними простая связь. Посчитаем, сколько $\text{кг}/\text{м}^3$ в $1 \text{ г}/\text{см}^3$:


$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг}$, а $1 \text{ см}^3 = 0,000001 \text{ м}^3$ (потому что $1 \text{ м} = 100 \text{ см}$, и $1 \text{ м}^3 = 100 \cdot 100 \cdot 100 = 1\,000\,000 \text{ см}^3$).

Значит: $1 \text{ г/см}^3 = 0,001 \text{ кг} / 0,000001 \text{ м}^3 = \mathbf{1000 \text{ кг/м}^3}$.

 **Перевод единиц:** $1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$. Чтобы перевести $\text{г/см}^3 \rightarrow \text{кг/м}^3$, умножай на 1000. Чтобы перевести $\text{кг/м}^3 \rightarrow \text{г/см}^3$, дели на 1000.

 **Частая ошибка:** Забывать про множитель 1000. Плотность воды — это 1 г/см^3 и **одновременно** 1000 кг/м^3 — это одно и то же число, просто в разных единицах. Если в задаче СИ, бери 1000 кг/м^3 .


Плотность воды — твой главный ориентир


 **Запомни:** Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/см}^3$. Это значит: 1 литр воды (1000 см^3) имеет массу ровно 1 кг.


Сравнивая с водой, легко понять: вещество с плотностью больше 1000 кг/м^3 в воде тонет, меньше — плавает (про плавание подробно — позже).

Таблица плотностей (примерные значения)

Вещество	$\rho, \text{ кг/м}^3$	$\rho, \text{ г/см}^3$
Золото	19 300	19,3
Свинец	11 300	11,3
Сталь, железо	7 800	7,8
Алюминий	2 700	2,7
Лёд	900	0,9
Вода	1 000	1,0
Сухое дерево (сосна)	500	0,5
Воздух	1,29	0,00129

 **Интересно:** Лёд легче воды (900 против 1000 $\text{кг}/\text{м}^3$) — поэтому лёд **плавает**, а водоёмы зимой замерзают сверху, а не снизу. Если бы лёд тонул, реки промерзали бы до дна, и рыба бы погибала. Вода — удивительное исключение в природе!

 **А знаешь ли ты?** Самый плотный обычный металл — осмий (около $22\,600$ $\text{кг}/\text{м}^3$). Кубик осмия размером со спичечный коробок весил бы больше полукилограмма. А плотность нейтронной звезды — сотни миллионов тонн в кубическом сантиметре!

 **Прикинь сам:** Масса тела 540 г, объём 200 см^3 . Чему равна его плотность в $\text{г}/\text{см}^3$? Что это за вещество (загляни в таблицу)? (Ответ — в конце урока.)

Разбор задач

Пример 1. Тело массой 156 г имеет объём 20 см^3 . Найти плотность вещества и определить, что это.

Дано: $m = 156$ г $V = 20$ см^3 **Найти:** ρ — ? **Решение:** $\rho = m / V = 156 \text{ г} / 20 \text{ см}^3 = 7,8$ $\text{г}/\text{см}^3$. По таблице $7,8$ $\text{г}/\text{см}^3$ — это сталь (железо). **Ответ:** $\rho = 7,8$ $\text{г}/\text{см}^3 = 7800$ $\text{кг}/\text{м}^3$, вещество — сталь (железо).

Пример 2. Брусочек объёмом $0,002$ м^3 имеет массу $5,4$ кг. Найти плотность в СИ.

Дано: $V = 0,002$ м^3 $m = 5,4$ кг **Найти:** ρ — ? **Решение:** $\rho = m / V = 5,4 \text{ кг} / 0,002 \text{ м}^3 = 2700$ $\text{кг}/\text{м}^3$. **Ответ:** $\rho = 2700$ $\text{кг}/\text{м}^3$ (это алюминий).

Пример 3. Переведи плотность из таблицы: а) свинец $11,3$ $\text{г}/\text{см}^3$ — в $\text{кг}/\text{м}^3$; б) 800 $\text{кг}/\text{м}^3$ — в $\text{г}/\text{см}^3$.

Решение. а) $11,3 \text{ г}/\text{см}^3 \cdot 1000 = \mathbf{11\,300 \text{ кг}/\text{м}^3}$. б) $800 \text{ кг}/\text{м}^3 / 1000 = \mathbf{0,8 \text{ г}/\text{см}^3}$.

Пример 4. В бутылку входит $1,5$ л воды. Какова масса этой воды?

Дано: $V = 1,5 \text{ л} = 1500 \text{ см}^3$ $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ (вода) **Найти:** m — ? **Решение:** Из $\rho = m / V$ получаем $m = \rho \cdot V = 1 \text{ г/см}^3 \cdot 1500 \text{ см}^3 = 1500 \text{ г} = 1,5 \text{ кг}$. **Ответ:** $m = 1,5 \text{ кг}$.
(Логично: 1 л воды \approx 1 кг.)



Запомни главное

- $\rho = m / V$, где m — масса (кг), V — объём (м^3), ρ — плотность (кг/м^3).
 - Плотность — масса вещества в единице объёма; у каждого вещества своя.
 - $1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ($\text{г/см}^3 \rightarrow \text{кг/м}^3$ умножай на 1000; обратно — дели).
 - Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/см}^3$; 1 л воды \approx 1 кг.
-



Лабораторная работа «Определение плотности твёрдого тела»

Цель: определить плотность небольшого твёрдого тела (например, металлического цилиндра или гайки).

Оборудование: рычажные весы с гирями, мензурка (мерный стакан) с водой, исследуемое тело, нитка.

Ход работы:

1. Взвесь тело на рычажных весах — найди его массу m (в граммах).
2. Налей в мензурку воду, запиши начальный объём V_1 (по делениям, в $\text{см}^3 = \text{мл}$).
3. Опустить тело на нитке в воду (полностью). Запиши новый объём V_2 .
4. Объём тела равен $V = V_2 - V_1$ (вытесненная телом вода).
5. Вычисли плотность: $\rho = m / V$ (в г/см^3), при желании переведи в кг/м^3 .

Что измеряем: массу m и объём V (по вытесненной воде). **Что вычисляем:** плотность $\rho = m / V$.

Вывод: сравни полученную плотность с таблицей и определи, из какого вещества тело.

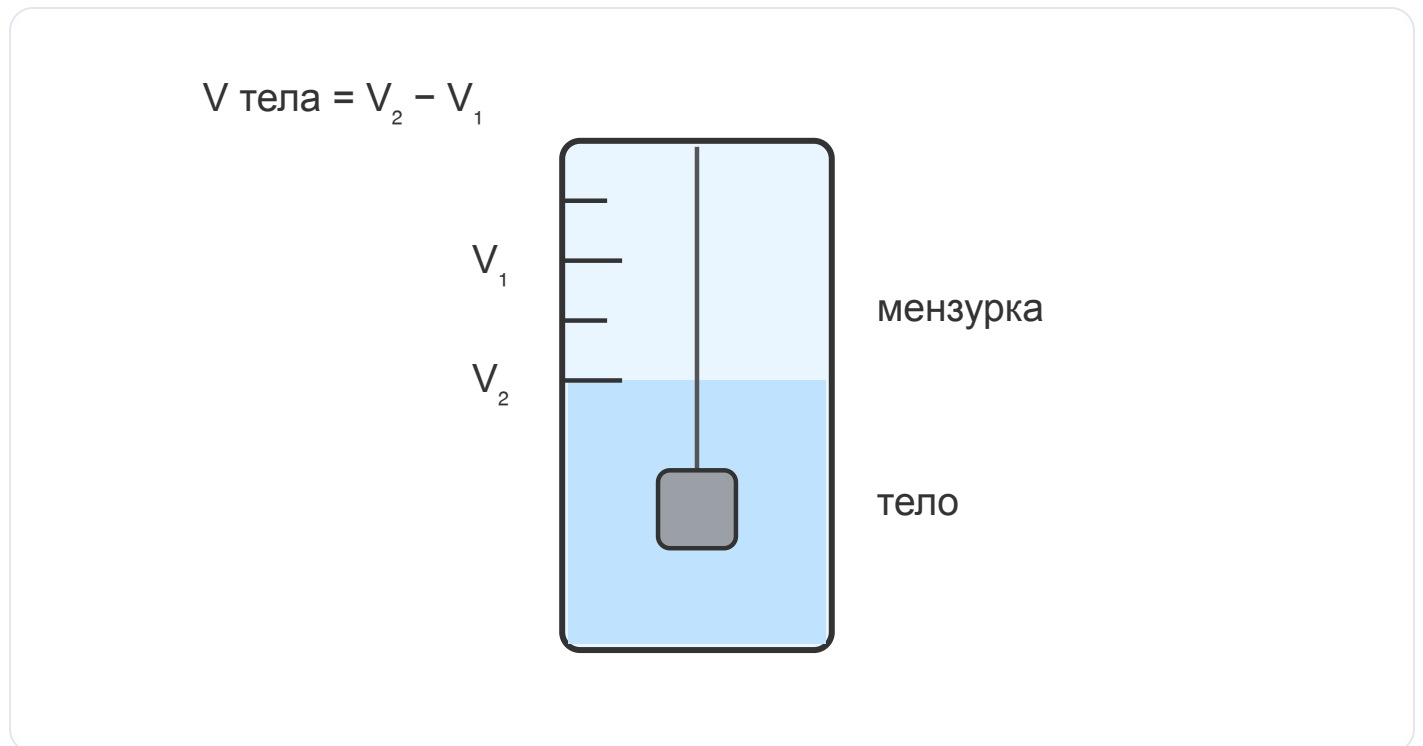


Рис. 2. Объём тела равен объёму вытесненной им воды: $V = V_2 - V_1$.



Домашнее задание

1. Что такое плотность? Запиши формулу и расшифруй каждую букву и единицу.
2. Объясни, почему мешок ваты лёгкий, а такой же по размеру мешок песка — тяжёлый.
3. Переведи в $\text{кг}/\text{м}^3$: а) $2,7 \text{ г}/\text{см}^3$; б) $0,9 \text{ г}/\text{см}^3$; в) $19,3 \text{ г}/\text{см}^3$.
4. Переведи в $\text{г}/\text{см}^3$: а) $7800 \text{ кг}/\text{м}^3$; б) $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$; в) $500 \text{ кг}/\text{м}^3$.
5. Тело массой 270 г имеет объём 100 см^3 . Найди плотность ($\text{г}/\text{см}^3$ и $\text{кг}/\text{м}^3$) и определи вещество по таблице.
6. Масса бруска $2,7 \text{ кг}$, объём $0,001 \text{ м}^3$. Найди плотность в СИ. Что это за вещество?

7. Сколько весит 2 литра воды? А 2 литра подсолнечного масла, если его плотность $0,92 \text{ г/см}^3$?
 8. Почему лёд плавает в воде? Сравни плотности.
 9. ★ У тебя есть два одинаковых по виду кубика — один настоящий золотой, другой позолоченный (внутри другой металл). Не ломая их, как с помощью весов и мензурки понять, который настоящий? Опиши план.
-