

Урок 24. Атмосферное давление

Физика, 7 класс · Давление · ~45 минут

Прямо сейчас на тебя давит воздух с силой в несколько тонн! На твою ладонь — как будто положили большую гирю. Но ты этого совсем не чувствуешь и спокойно читаешь этот урок. Как такое возможно? И как однажды 16 лошадей не смогли разорвать два пустых металлических полушария? Сегодня ты познакомишься с невидимым океаном воздуха, на дне которого мы все живём, — с атмосферой.


Что ты узнаешь

- Что воздух имеет вес — и поэтому давит.
- Что такое атмосфера и **атмосферное давление**.
- Почему мы не замечаем такого огромного давления.
- Знаменитые опыты: магдебургские полушария и стакан с водой.

Разбираемся в теме

У воздуха есть вес

Кажется, что воздух невесомый. Но это не так! Воздух состоит из молекул, у которых есть масса.


 **Интересно:** Воздух в комнате размером с класс весит около 200–300 кг — как несколько взрослых человек! Просто этот вес распределён по всему объёму, и мы его не замечаем.


Плотность воздуха у поверхности Земли примерно $1,29 \text{ кг/м}^3$.

Что такое атмосфера

Землю окружает толстый слой воздуха — **атмосфера**. Её толщина — сотни километров. Этот воздух притягивается Землёй и не улетает в космос.

Как и любая жидкость или газ, воздух своим весом давит на всё, что находится внизу. Это давление называют **атмосферным**.

 **Запомни:** Атмосферное давление — это давление воздушной оболочки Земли (атмосферы) на все тела на её поверхности.

 **Запомни:** Нормальное атмосферное давление у поверхности моря $\approx 101\,300\text{ Па} \approx 101\text{ кПа}$. Его также записывают как 760 мм ртутного столба.

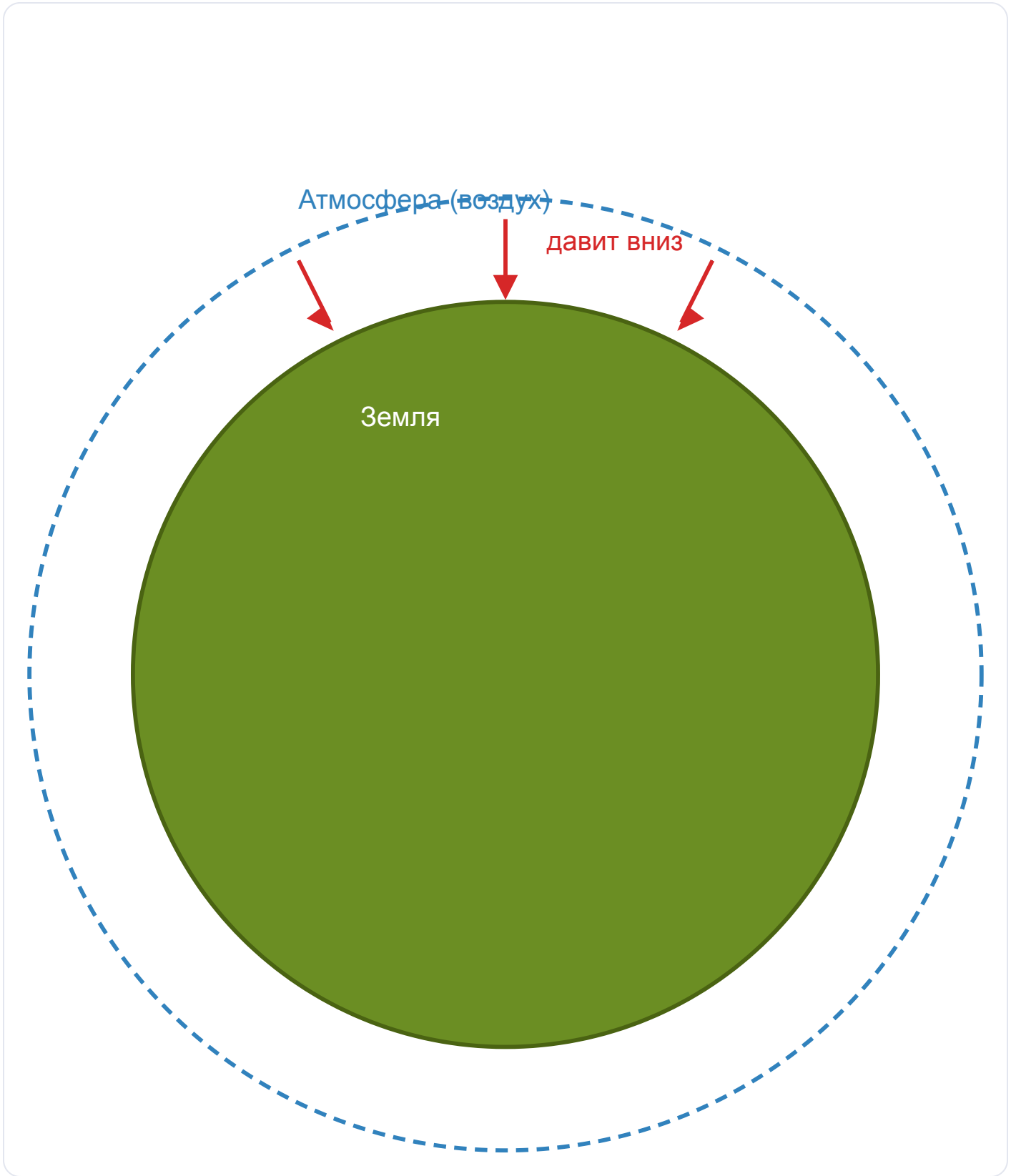




Рис. 1. Атмосфера окружает Землю и своим весом давит на её поверхность.

Почему мы не замечаем атмосферное давление?

Если на ладонь давит сила в несколько тонн, почему её не расплющивает?

Потому что атмосферное давление действует **со всех сторон одинаково** (вспомни закон Паскаля для газов): снаружи и изнутри нашего тела. Внутри нас — кровь, жидкости, воздух в лёгких — давят наружу ровно с таким же давлением. Силы уравновешены, поэтому мы ничего не чувствуем.

 **Частая ошибка:** Не думай, что атмосфера давит только сверху вниз. Воздух — это газ, и он давит во все стороны: и снизу вверх, и вбок тоже.

 **А знаешь ли ты?** Чем выше в горы, тем тоньше слой воздуха над тобой — и тем меньше атмосферное давление. На вершине Эвереста оно почти в 3 раза меньше, чем у моря, поэтому альпинистам не хватает кислорода и нужны баллоны.

Опыты, доказывающие атмосферное давление

Магдебургские полушария. В 1654 году бургомистр города Магдебурга Отто фон Герике сложил вместе два медных полушария и откачал из них воздух насосом. Снаружи на них давила атмосфера, а изнутри давить было нечему. Полушария так плотно прижались друг к другу, что их не смогли разорвать **16 лошадей** (по 8 с каждой стороны)! Стоило впустить внутрь воздух — и полушария легко распадались.

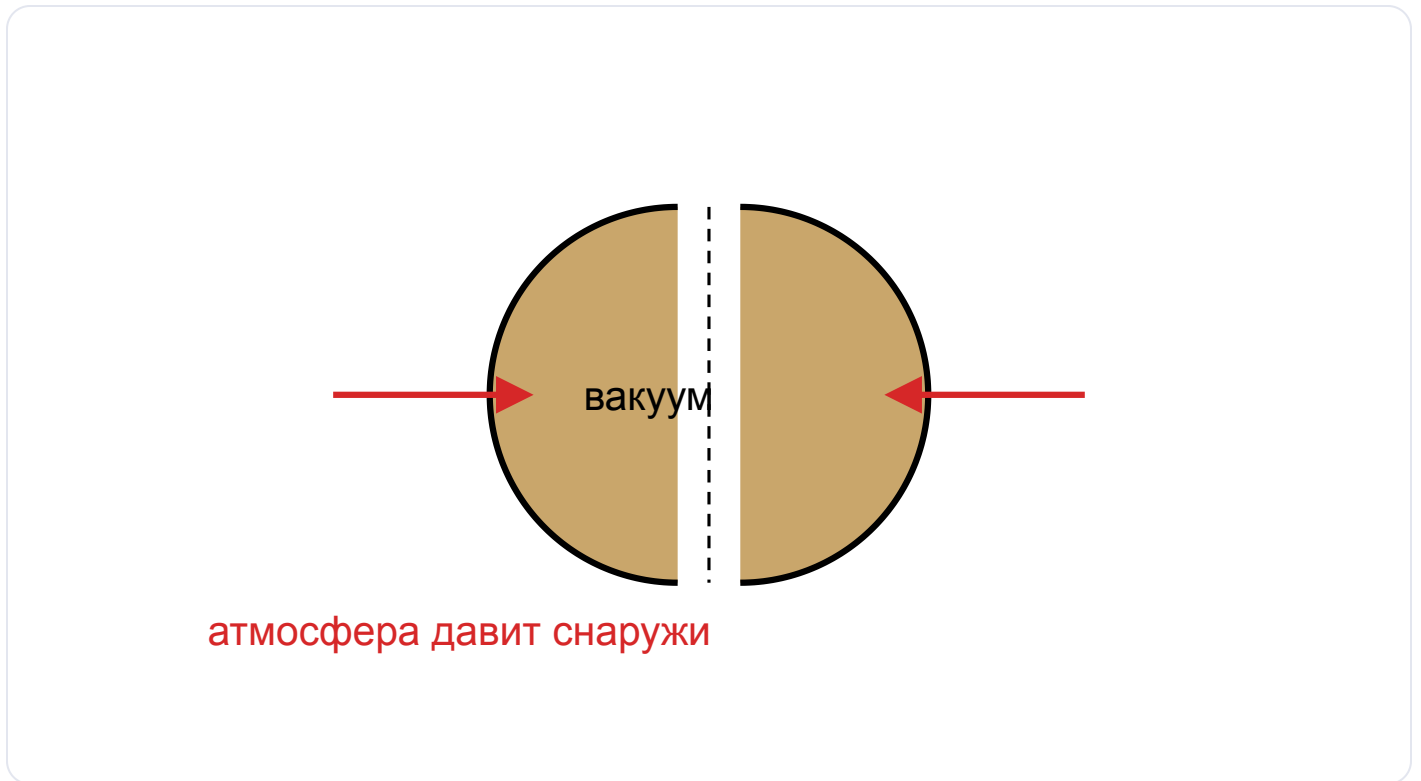


Рис. 2. Магдебургские полушария: атмосфера снаружи прижимает их, изнутри воздух откачан.

Стакан с водой. Налей стакан водой до краёв, накрой листом бумаги, прижми ладонью и переверни. Убери ладонь — и вода **не выливается**, а бумага держится! Снизу на бумагу давит атмосферный воздух, и этого давления хватает, чтобы удержать столб воды в стакане.

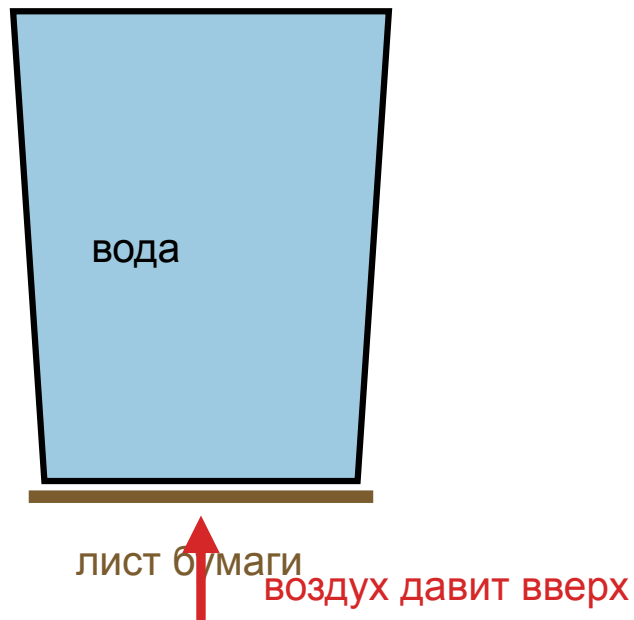


Рис. 3. Атмосферное давление снизу удерживает воду и бумагу в перевёрнутом стакане.

Интересно: Когда ты пьёшь сок через трубочку, ты не «всасываешь» жидкость, а уменьшаешь давление воздуха во рту. Тогда атмосферное давление снаружи продавливает сок вверх по трубочке. Без атмосферы трубочка бы не работала!

Прикинь сам: Почему присоска прилипает к гладкой стене и держится? (Подсказка: что находится под присоской и что давит на неё снаружи?)

Разбор задач

Пример 1 (качественная). Почему мы не ощущаем атмосферное давление, хотя оно очень велико?

Решение: Атмосфера давит на нас со всех сторон одинаково, а изнутри тело давит наружу с таким же давлением. Силы уравновешены, поэтому мы давления

не чувствуем.

Пример 2 (качественная). Почему в перевернутом стакане, накрытом бумагой, вода не выливается?

Решение: Снизу на лист бумаги действует атмосферное давление (≈ 101 кПа). Оно больше давления столбика воды в стакане, поэтому удерживает воду и бумагу.

Пример 3 (расчётная). С какой силой атмосфера давит на лист стола площадью $0,5$ м²? Атмосферное давление $100\,000$ Па.

Дано: $S = 0,5$ м² $p = 100\,000$ Па

Найти: F — ?

Решение: $F = p \cdot S = 100\,000 \cdot 0,5 = 50\,000$ Н

Ответ: $F = 50\,000$ Н (это вес примерно 5-тонного груза!). Стол не ломается, потому что снизу воздух давит вверх с такой же силой.

Пример 4 (расчётная). Магдебургские полушария разделены, площадь круга соприкосновения $0,02$ м². С какой силой атмосфера прижимает полушария друг к другу, если внутри вакуум? Атмосферное давление $100\,000$ Па.

Дано: $S = 0,02$ м² $p = 100\,000$ Па


Найти: F — ?


Решение: $F = p \cdot S = 100\,000 \cdot 0,02 = 2000$ Н


Ответ: $F = 2000$ Н. Чтобы оторвать полушария, нужно тянуть с силой больше 2000 Н с каждой стороны — вот почему понадобилось столько лошадей.




Запомни главное

 У воздуха есть вес, поэтому атмосфера давит на все тела — это **атмосферное давление**.

 Нормальное атмосферное давление $\approx 101\,300\text{ Па} \approx 101\text{ кПа}$ (760 мм рт. ст.).

 Мы его не замечаем, потому что оно действует на нас со всех сторон одинаково и уравновешено давлением внутри тела.

 Сила давления воздуха: $F = p \cdot S$, где p — атмосферное давление (Па), S — площадь (м^2), F — сила (Н).

- С высотой атмосферное давление уменьшается.
- опыты-доказательства: магдебургские полушария, стакан с бумагой, присоска, трубочка для сока.



Домашнее задание

1. Докажи, что у воздуха есть вес. Приведи пример.
2. Что такое атмосфера и атмосферное давление?
3. Чему примерно равно нормальное атмосферное давление (в Па и в мм рт. ст.)?
4. Почему мы не чувствуем атмосферного давления, хотя оно огромно?
5. Опиши опыт с магдебургскими полушариями и объясни, почему лошади не смогли их разорвать.
6. Объясни, почему вода не выливается из перевернутого стакана, накрытого бумагой.
7. С какой силой атмосфера давит на оконное стекло площадью $1,5\text{ м}^2$? ($p = 100\,000\text{ Па}$)

8. Как меняется атмосферное давление с высотой? Почему альпинистам тяжело дышать в горах?
9. ★ Площадь присоски $0,001 \text{ м}^2$. Под присоской создан вакуум. С какой силой атмосферное давление прижимает её к стене? ($p = 100\,000 \text{ Па}$) Объясни, что произойдёт, если в присоску попадёт воздух.