

Урок 33. Простые механизмы. Рычаг и момент силы

Физика, 7 класс · Работа и мощность. Энергия · ~45 минут

Что ты узнаешь


- Что такое простые механизмы и зачем они нужны.
- Что такое рычаг, точка опоры и плечо силы.
- Правило равновесия рычага: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$.
- Что такое момент силы $M = F \cdot l$.
- Как одним пальцем поднять то, что не поднять руками.

Разбираемся в теме

Архимед однажды сказал: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю». Хвастался? Не совсем. Он знал секрет рычага — и был абсолютно прав в теории. Сейчас и ты этот секрет узнаешь.

Простые механизмы

С древних времён люди хотели поднимать тяжёлое, прикладывая мало сил. Так появились **простые механизмы** — приспособления, которые помогают изменять силу. Это рычаг, блок, наклонная плоскость, ворот, винт.

 **Запомни:** Простые механизмы дают **выигрыш в силе** — позволяют небольшой силой уравновесить или поднять большой груз.

Рычаг

Рычаг — это твёрдое тело, которое может поворачиваться вокруг неподвижной точки. Эта точка называется **точкой опоры** (или осью).


Примеры рычагов вокруг тебя: качели, ножницы, лом, гвоздодёр, весы, даже твоя рука в локте!

Чтобы рычаг повернулся, к нему прикладывают силы. И тут главное — не только величина силы, но и **где** именно она приложена.

Плечо силы

Плечо силы — это кратчайшее расстояние от точки опоры до линии, вдоль которой действует сила.

Чем дальше от опоры ты давишь — тем длиннее плечо — тем легче повернуть рычаг. Поэтому на длинном ломе можно сдвинуть камень, который руками не поднять.

 **Интересно:** Дверь — это тоже рычаг! Попробуй закрыть её, толкая у самых петель (короткое плечо) — почти невозможно. А у края ручки (длинное плечо) — легко. Вот почему ручку всегда ставят подальше от петель.

Рычаг в равновесии

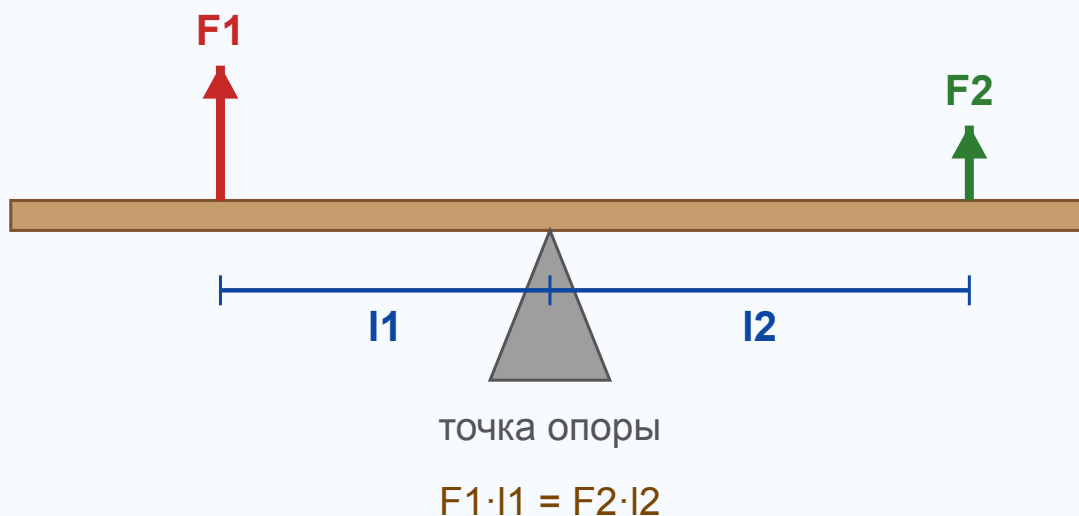


Рис. 1. Рычаг: большая сила $F1$ на коротком плече $l1$ уравнивает малую силу $F2$ на длинном плече $l2$

Правило равновесия рычага

Архимед открыл точное правило. Рычаг находится в равновесии (не поворачивается), когда произведения сил на их плечи равны:

⚡ Формула: Правило равновесия рычага: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, где F_1 и F_2 — силы (Н), l_1 и l_2 — их плечи (м).

Это же правило часто пишут как пропорцию:

⚡ Формула: $F_1 / F_2 = l_2 / l_1$ — во сколько раз одна сила больше другой, во столько раз её плечо короче.

Что это значит на деле? Хочешь поднять груз поменьшей силой — приложи её на более длинном плече. Сделай своё плечо вдвое длиннее — и сила понадобится вдвое меньше. Это и есть **выигрыш в силе**.

⚠ Частая ошибка: Путать плечо с длиной всего рычага. Плечо отсчитывают **от точки опоры** до места приложения силы, а не от конца рычага!

Момент силы

Произведение силы на её плечо — настолько важная штука, что у него есть имя: **момент силы**. Он показывает, насколько сильно данная сила «крутит» рычаг.

⚡ Формула: Момент силы: $M = F \cdot l$, где F — сила (Н), l — плечо силы (м), M — момент силы (Н·м).

Теперь правило равновесия звучит совсем просто:

📌 Запомни (правило моментов): Рычаг в равновесии, когда момент силы, вращающей по часовой стрелке, равен моменту силы, вращающей против часовой стрелки. То есть $M_1 = M_2$.

🕒 **Прикинь сам:** На одном плече рычага сила 100 Н на расстоянии 0,2 м от опоры. Какой момент она создаёт? ($M = F \cdot l$.)



Разбор задач

Пример 1. На рычаг действуют силы. Слева $F_1 = 40$ Н на плече $l_1 = 0,3$ м. Справа плечо $l_2 = 0,6$ м. Какая сила F_2 уравновесит рычаг?

Дано: $F_1 = 40$ Н $l_1 = 0,3$ м $l_2 = 0,6$ м

Найти: F_2 — ?

Решение: По правилу равновесия: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$. Выразим F_2 : $F_2 = F_1 \cdot l_1 / l_2 = 40 \cdot 0,3 / 0,6 = 12 / 0,6 = 20$ Н.

Ответ: $F_2 = 20$ Н. Плечо вдвое длиннее — сила вдвое меньше.

Пример 2. На концах рычага грузы. Слева 600 Н на плече 20 см, справа 300 Н. На каком плече надо подвесить правый груз для равновесия?

Дано: $F_1 = 600$ Н $l_1 = 20$ см $F_2 = 300$ Н

СИ: $l_1 = 0,2$ м

Найти: l_2 — ?

Решение: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, значит $l_2 = F_1 \cdot l_1 / F_2 = 600 \cdot 0,2 / 300 = 120 / 300 = 0,4$ м.

Ответ: $l_2 = 0,4$ м = 40 см.

Пример 3. Найди момент силы 50 Н, приложенной на плече 0,8 м.

Дано: $F = 50$ Н $l = 0,8$ м

Найти: M — ?

Решение: $M = F \cdot l = 50$ Н \cdot 0,8 м = 40 Н \cdot м.

Ответ: $M = 40$ Н \cdot м.

Пример 4. Папа (вес 800 Н) и сын (вес 320 Н) сели на качели. Папа — в 1 м от опоры. На каком расстоянии должен сесть сын, чтобы качели уравнились?

Дано: $F_1 = 800 \text{ Н}$ $l_1 = 1 \text{ м}$ $F_2 = 320 \text{ Н}$

Найти: l_2 — ?

Решение: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, значит $l_2 = F_1 \cdot l_1 / F_2 = 800 \cdot 1 / 320 = 2,5 \text{ м}$.

Ответ: $l_2 = 2,5 \text{ м}$. Сын лёгкий — поэтому садится дальше от опоры.



Запомни главное

- **Рычаг** — твёрдое тело, способное вращаться вокруг точки опоры.
- **Плечо силы** l — кратчайшее расстояние от точки опоры до линии действия силы (м).
- **Правило равновесия рычага:** $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, где F — силы (Н), l — плечи (м).
Или $F_1/F_2 = l_2/l_1$.
- **Момент силы:** $M = F \cdot l$, где F — сила (Н), l — плечо (м), M — момент (Н·м).
- **Правило моментов:** рычаг в равновесии при $M_1 = M_2$.



Лабораторная работа «Условие равновесия рычага»

Цель: проверить на опыте правило равновесия рычага $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$.

Оборудование: рычаг на штативе, набор одинаковых грузов, линейка (на рычаге обычно есть деления).

Ход работы:

1. Установи рычаг на штативе и уравни его «пустым» — чтобы он был горизонтален. (Подкрути гайки на концах.)
2. Подвесь слева 2 груза на расстоянии, например, 12 см от оси. Запиши силу F_1 (вес грузов) и плечо l_1 .

3. Справа подвесь грузы так, чтобы рычаг снова стал горизонтальным. Подбери число грузов и их расстояние l_2 . Запиши F_2 и l_2 .
4. Вычисли произведения $F_1 \cdot l_1$ и $F_2 \cdot l_2$. Запиши результаты в таблицу.

Опыт	$F_1, \text{ Н}$	$l_1, \text{ см}$	$F_1 \cdot l_1$	$F_2, \text{ Н}$	$l_2, \text{ см}$	$F_2 \cdot l_2$
1						
2						

5. Повтори опыт ещё раз с другими грузами и плечами.
6. **Вывод:** сравни $F_1 \cdot l_1$ и $F_2 \cdot l_2$ в каждом опыте. Если они близки — правило равновесия рычага подтверждается. (Небольшие расхождения объясняются трением в оси и погрешностью измерений.)



Домашнее задание

1. Что такое рычаг и точка опоры? Приведи 3 примера рычага из быта.
2. Что называют плечом силы? От чего его отсчитывают?
3. Сформулируй правило равновесия рычага.
4. Слева на рычаге сила 30 Н на плече 0,4 м, справа плечо 0,2 м. Найди силу справа.
5. Груз 500 Н висит на плече 0,3 м. Какой груз уравновесит его на плече 0,5 м?
6. Найди момент силы 80 Н, приложенной на плече 0,25 м.
7. Сила 60 Н создаёт момент 18 Н·м. Чему равно её плечо?
8. Почему ручку двери ставят как можно дальше от петель? Объясни через плечо силы.
9. ★ На рычаг слева действует груз 1200 Н на плече 0,15 м. Справа человек давит вниз с силой 200 Н. На каком плече он должен приложить силу, чтобы поднять груз? Какой выигрыш в силе он получает?