

Урок 31. Механическая работа

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

Что ты узнаешь

- Что в физике называют механической работой (и почему это совсем не то же самое, что «работа» в обычной жизни).
- Как считать работу по формуле $A = F \cdot s$.
- Что такое джоуль — единица работы.
- Когда работа положительна, когда отрицательна, а когда равна нулю — даже если ты «вкалываешь» изо всех сил.

Разбираемся в теме


Представь: ты час простоял с тяжёлым рюкзаком на спине, не сходя с места. Устал? Ещё как! Спина ноет, ноги дрожат. «Ну и работёнка!» — скажешь ты.

А вот физик хитро улыбнётся и скажет: «С точки зрения физики ты не совершил никакой работы». Обидно? Сейчас разберёмся, почему он прав.

Что такое механическая работа

В физике слово «работа» имеет очень точный смысл. **Механическая работа совершается, когда сила действует на тело и тело при этом перемещается в направлении этой силы.**

Толкаешь тележку, и она едет — есть работа. Поднимаешь штангу вверх — есть работа. А вот держишь штангу неподвижно над головой — работы нет, хотя мышцы трясутся. Нет движения — нет и механической работы. Вот в чём фокус.

 **Запомни:** Механическая работа зависит от двух вещей: от силы, которая действует на тело, и от пути, который тело прошло под действием этой силы.

Формула работы

Чем больше сила и чем длиннее путь — тем больше работа. Поэтому их просто перемножают:

⚡ Формула: Механическая работа: $A = F \cdot s$, где F — сила, действующая на тело (Н), s — путь, пройденный телом (м), A — работа (Дж).

Важная оговорка: эта простая формула работает, только если **сила направлена вдоль перемещения** (туда же, куда движется тело). Именно такие случаи мы и будем разбирать.

Единица работы — джоуль

Раз $A = F \cdot s$, то и единицу работы собрали из ньютона и метра:

⚡ Формула: 1 джоуль = 1 ньютон · 1 метр. То есть $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Один джоуль — это работа, которую совершает сила в 1 ньютон, перемещая тело на 1 метр. Много это или мало? Чтобы поднять небольшое яблоко ($\approx 100 \text{ г}$) на высоту 1 метр, нужна работа примерно 1 Дж. Так что джоуль — это «яблоко на метр вверх».

🤔 А знаешь ли ты? Единицу назвали в честь английского физика Джеймса Джоуля. А ведь он был не профессором, а... пивоваром! Физикой занимался для души — и так доигрался, что его именем теперь называют энергию во всём мире.

Когда работа положительна, отрицательна и равна нулю

Тут начинается самое интересное. Работа бывает трёх «сортов».

Работа положительна ($A > 0$), когда сила «помогает» движению — толкает тело туда, куда оно и так едет. Двигатель разгоняет машину, рука поднимает ведро. Сила и движение — в одну сторону.

Работа отрицательна ($A < 0$), когда сила «мешает» движению — тянет тело против его хода. Сила трения тормозит санки, твоя рука удерживает падающий ящик. Сила и движение — в разные стороны.

Работа равна нулю ($A = 0$) в двух случаях:

- Тело не движется ($s = 0$). Держишь рюкзак — стоишь на месте — работа ноль.
- Сила перпендикулярна движению. Несёшь портфель ровно по горизонтали: сила твоей руки направлена вверх, а портфель едет вбок. Сила вверх, путь вбок — работы по подъёму нет!

⚠ Частая ошибка: Думать, что раз ты устал — значит совершил работу. Усталость и физическая работа — разные вещи! Мышцы тратят энергию даже на удержание груза (они постоянно микро-сокращаются), но механической работы при этом ноль, потому что груз не движется.

Когда работа есть, а когда нет

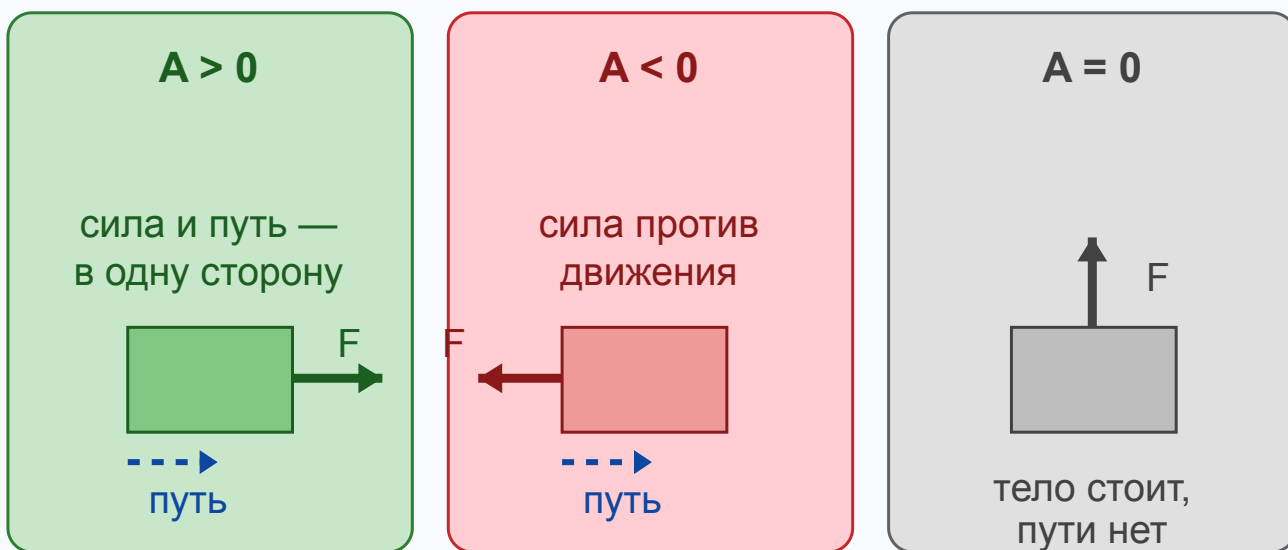


Рис. 1. Три случая работы: сила помогает, мешает или не совершает работы

🕒 **Прикинь сам:** Спутник летит вокруг Земли по круговой орбите. Сила притяжения тянет его строго к центру Земли (вниз), а он движется вбок по кругу. Совершает ли земное притяжение работу над спутником? (Подсказка: куда сила, а куда движение?)



Разбор задач

Пример 1. Рабочий толкает тележку с силой 200 Н на расстояние 15 м. Сила направлена вдоль движения. Какую работу он совершил?

Дано: $F = 200 \text{ Н}$ $s = 15 \text{ м}$

Найти: A — ?

Решение: $A = F \cdot s = 200 \text{ Н} \cdot 15 \text{ м} = 3000 \text{ Дж} = 3 \text{ кДж}$

Ответ: $A = 3000 \text{ Дж} = 3 \text{ кДж}$.

Пример 2. Кран поднял бетонную плиту массой 500 кг на высоту 4 м. Какую работу совершила сила крана? ($g \approx 9,8 \text{ Н/кг}$.)

Дано: $m = 500 \text{ кг}$ $h = 4 \text{ м}$ $g = 9,8 \text{ Н/кг}$

Найти: A — ?

Решение: Чтобы поднять плиту, кран должен приложить силу, равную весу плиты: $F = m \cdot g = 500 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 4900 \text{ Н}$ Путь равен высоте подъёма: $s = h = 4 \text{ м}$.

$A = F \cdot s = 4900 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = 19\,600 \text{ Дж} \approx 19,6 \text{ кДж}$

Ответ: $A = 19\,600 \text{ Дж} \approx 19,6 \text{ кДж}$.

Пример 3. Сила трения 30 Н тормозит санки на пути 8 м. Какую работу совершила сила трения?

Дано: $F = 30 \text{ Н}$ $s = 8 \text{ м}$

Найти: A — ?

Решение: Сила трения направлена против движения, значит её работа отрицательна. $A = -F \cdot s = -30 \text{ Н} \cdot 8 \text{ м} = -240 \text{ Дж}$

Ответ: $A = -240 \text{ Дж}$ (работа отрицательна, потому что трение мешает движению).

Пример 4 (с подвохом). Грузчик держит ящик массой 20 кг неподвижно на плечах 2 минуты. Какую механическую работу он совершает?

Дано: $m = 20 \text{ кг}$ $t = 2 \text{ мин}$

Найти: A — ?

Решение: Ящик не перемещается, значит путь $s = 0$. $A = F \cdot s = F \cdot 0 = 0 \text{ Дж}$

Ответ: $A = 0 \text{ Дж}$. Грузчик устаёт, но механической работы не совершает — ведь груз стоит на месте.

Пример 5. Какую силу прикладывали к телу, если на пути 12 м совершена работа 600 Дж (сила вдоль движения)?

Дано: $s = 12 \text{ м}$ $A = 600 \text{ Дж}$

Найти: F — ?

Решение: Из формулы $A = F \cdot s$ выразим силу: $F = A / s$ $F = 600 \text{ Дж} / 12 \text{ м} = 50 \text{ Н}$

Ответ: $F = 50 \text{ Н}$.



Запомни главное

- **Механическая работа:** $A = F \cdot s$, где F — сила вдоль движения (Н), s — путь (м), A — работа (Дж).
- **Единица работы:** $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.
- Работа **положительна**, если сила совпадает с направлением движения; **отрицательна**, если сила против движения; **равна нулю**, если тело не движется ($s = 0$) или сила перпендикулярна движению.
- Выразить силу: $F = A / s$. Выразить путь: $s = A / F$.



Домашнее задание

1. Что такое механическая работа? От каких двух величин она зависит?
2. В каких единицах измеряют работу? Чему равен 1 джоуль через ньютон и метр?
3. Лошадь тянет телегу с силой 800 Н на расстояние 50 м. Какую работу совершила лошадь?
4. Какую работу совершают, поднимая мешок весом 300 Н на высоту 2,5 м?
5. Мальчик массой 40 кг поднялся по лестнице на высоту 6 м. Какую работу он совершил против силы тяжести? ($g \approx 9,8 \text{ Н/кг.}$)
6. Сила трения 12 Н тормозит шайбу на льду на пути 25 м. Какую работу совершила сила трения? Каков её знак?
7. На пути 20 м совершена работа 1000 Дж. Чему равна сила, если она направлена вдоль движения?
8. Объясни, почему человек, идущий с ведром воды ровно по горизонтальной дороге, не совершает работы по подъёму ведра.
9. ★ Подъёмник равномерно поднял груз массой 250 кг на высоту 12 м, а затем удерживал его на этой высоте 30 секунд. Найди работу при подъёме и работу при удержании. Сравни и объясни разницу. ($g \approx 9,8 \text{ Н/кг.}$)