

Урок 16. Сила упругости и закон Гука

Физика, 7 класс · Взаимодействие тел · ~45 минут

Что ты узнаешь

- Почему пружина выталкивает тебя обратно, когда ты прыгаешь на батуте
- Что такое деформация и какая она бывает
- Откуда берётся сила упругости и куда она направлена
- Главный закон этого урока — закон Гука: $F = k \cdot x$
- Что такое жёсткость пружины и почему одни пружины тугие, а другие мягкие

Разбираемся в теме


Представь: ты кладёшь книгу на стол. Книга давит на стол вниз — это понятно. Но почему стол не проваливается? Почему книга просто лежит, а не падает сквозь столешницу к центру Земли?

Значит, стол **отвечает** книге — толкает её вверх с точно такой же силой, с какой она давит вниз. Откуда у деревяшки силы спорить с гравитацией? Вот с этого «ответа» и начинается наш урок.

Что такое деформация

Когда ты на что-то давишь, тянешь, сжимаешь или скручиваешь — тело меняет форму или размеры. Это и есть **деформация**.

Стол под книгой тоже деформируется! Просто прогиб такой крошечный, что глазом не видно — миллионные доли миллиметра. А вот пружину или резинку растянуть легко, и деформация видна сразу.

 **Запомни:** Деформация — это изменение формы или размеров тела.


Деформации бывают разные:

- **растяжение** — резинку для волос тянут в стороны;
- **сжатие** — ты садишься на диванную подушку;
- **изгиб** — линейка прогибается, если на неё надавить;
- **кручение** — выжимаешь мокрое полотенце;
- **сдвиг** — сдвигаешь верх колоды карт.

Упругая и неупругая деформация

Растяни пружину и отпусти — она вернётся в прежний вид. Это **упругая** деформация: тело само восстанавливает форму.


А смни кусок пластилина — он так и останется смятым. Это **пластическая** (неупругая) деформация.

 **Интересно:** Один и тот же материал может вести себя по-разному. Тонкую стальную проволоку легко согнуть навсегда. А пружина из той же стали отлично пружинит — всё дело в форме и в том, насколько сильно ты деформируешь.

Откуда берётся сила упругости

Заглянем внутрь тела. Все вещества состоят из молекул и атомов, которые связаны между собой, как пружинки. Когда ты растягиваешь тело — частицы расходятся, и связи тянут их обратно. Когда сжимаешь — частицы сближаются, и связи их отталкивают.

Вот эта внутренняя «защита формы» снаружи и проявляется как **сила упругости**.

 **Запомни:** Сила упругости — это сила, которая возникает при деформации тела и стремится вернуть телу прежнюю форму. Она направлена ПРОТИВ деформации.

Подвесим груз на пружину. Груз тянет пружину вниз (сила тяжести), пружина растягивается — и сразу появляется сила упругости, направленная вверх. Когда эти силы сравниваются, груз повиснет неподвижно.

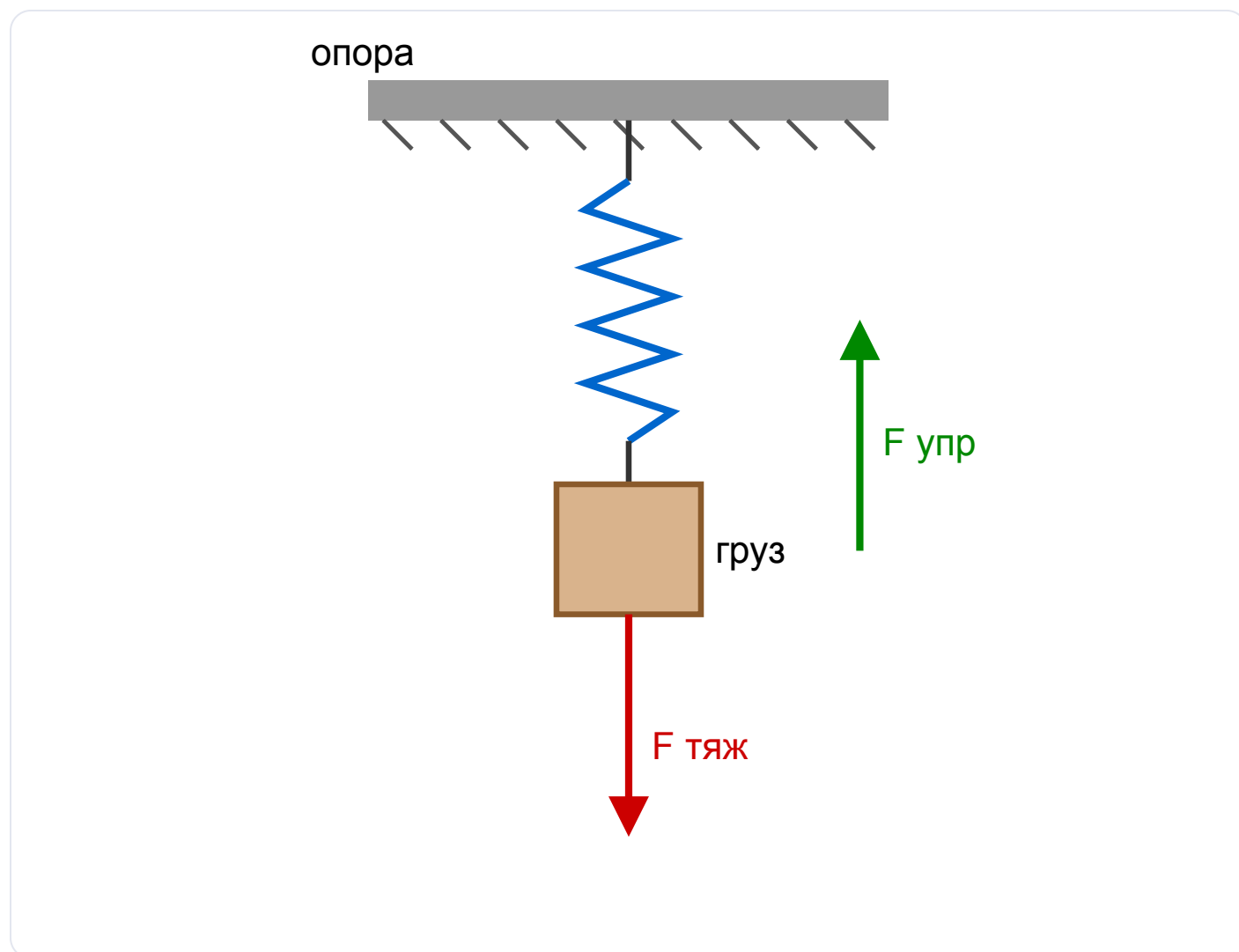



Рис. 1. Груз на пружине: сила тяжести тянет вниз, сила упругости — вверх. Пружина растянута.


Закон Гука — главное открытие урока

Английский учёный Роберт Гук в XVII веке заметил простую вещь: **чем сильнее растягиваешь пружину, тем сильнее она тянет обратно** — и причём ровно во столько же раз.

Растянул на 1 см — сила упругости, скажем, 2 Н. Растянул на 2 см — будет 4 Н. На 3 см — 6 Н. Сила упругости прямо пропорциональна удлинению.

 **Формула:** Закон Гука: $F = k \cdot x$, где F — сила упругости (Н, ньютон), x — удлинение пружины (м), то есть на сколько она стала длиннее исходной, k — жёсткость пружины (Н/м, ньютон на метр).

Внимание: x — это не вся длина пружины, а только насколько она удлинилась! Если пружина была длиной 10 см, а стала 13 см, то удлинение $x = 13 - 10 = 3$ см = 0,03 м.


 **Частая ошибка:** Подставлять в формулу полную длину пружины вместо удлинения. Нужно именно изменение длины: $x = (\text{длина растянутой}) - (\text{длина свободной})$.


Что такое жёсткость

Жёсткость k показывает, какая нужна сила, чтобы растянуть пружину на 1 метр. Чем больше k , тем туже пружина.

- Мягкая пружинка из ручки: k маленькое, тянется от лёгкого нажатия.
- Пружина в автомобильной подвеске: k огромное, её и руками не растянешь.

Жёсткость зависит от материала, толщины проволоки и формы пружины — но НЕ зависит от того, как сильно ты её тянешь. Это «паспортная» характеристика самой пружины.

 **А знаешь ли ты?** Закон Гука работает только до определённого предела. Если растянуть пружину слишком сильно, она перестанет пружинить и останется растянутой навсегда — превратится в проволоку. Этот предел называют пределом упругости.

 **Прикинь сам:** Пружину растянули на 2 см, сила упругости стала 10 Н. А если растянуть на 6 см — какая будет сила? (Удлинение выросло в 3 раза.)



Разбор задач

Пример 1. Пружина под действием силы 20 Н растянулась на 0,04 м. Найди жёсткость пружины.

Дано: $F = 20 \text{ Н}$ $x = 0,04 \text{ м}$

Найти: k

Решение: По закону Гука $F = k \cdot x$, значит $k = F / x$. $k = 20 \text{ Н} / 0,04 \text{ м} = 500 \text{ Н/м}$.

Ответ: $k = 500 \text{ Н/м}$.

Пример 2. Жёсткость пружины 250 Н/м. На сколько она растянется под силой упругости 15 Н?

Дано: $k = 250 \text{ Н/м}$ $F = 15 \text{ Н}$

Найти: x

Решение: Из $F = k \cdot x$ получаем $x = F / k$. $x = 15 \text{ Н} / 250 \text{ Н/м} = 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}$.

Ответ: $x = 0,06 \text{ м}$ (6 см).

Пример 3. Свободная длина пружины 12 см. Когда подвесили груз, она стала 17 см. Жёсткость 400 Н/м. Найди силу упругости.

Дано: $L_0 = 12 \text{ см}$ $L = 17 \text{ см}$ $k = 400 \text{ Н/м}$

СИ: $x = L - L_0 = 17 - 12 = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

Найти: F

Решение: Сначала находим удлинение: $x = 17 - 12 = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$. По закону Гука: $F = k \cdot x = 400 \text{ Н/м} \cdot 0,05 \text{ м} = 20 \text{ Н}$.

Ответ: $F = 20 \text{ Н}$.

Пример 4. Одну пружину растянули на 3 см, и сила упругости стала 6 Н. Другую пружину той же длины растянули на 3 см, и сила стала 18 Н. У какой пружины больше жёсткость и во сколько раз?

Решение: Удлинение одинаковое (3 см), а сила у второй пружины в $18 / 6 = 3$ раза больше. Так как $k = F / x$, при одинаковом x жёсткость пропорциональна силе. Значит, у второй пружины жёсткость в 3 раза больше.

Ответ: у второй пружины жёсткость больше в 3 раза.



Запомни главное

⚡ Закон Гука: $F = k \cdot x$ F — сила упругости (Н, ньютон) k — жёсткость пружины (Н/м, ньютон на метр) x — удлинение (м) = (длина растянутой) – (свободная длина)

- Сила упругости возникает при деформации и направлена против неё.
- Закон Гука верен только при упругих деформациях, до предела упругости.
- Жёсткость — свойство самой пружины, от силы растяжения не зависит.



Домашнее задание

1. Что такое деформация? Назови три вида деформации с примерами из жизни.
2. Чем упругая деформация отличается от пластической? Приведи по примеру.
3. Куда направлена сила упругости, когда ты сжимаешь пружину? А когда растягиваешь?
4. Пружина растянулась на 0,05 м под силой упругости 25 Н. Найди жёсткость.
5. Жёсткость пружины 600 Н/м. Какая сила упругости возникнет при удлинении 4 см?

6. Свободная длина пружины 8 см, под грузом стала 11 см, жёсткость 300 Н/м. Найди силу упругости.
7. Пружину растянули на 2 см — сила 8 Н. Какой будет сила при удлинении 5 см?
8. ★ Две пружины с жёсткостями 200 Н/м и 300 Н/м соединили последовательно (одна за другой) и подвесили груз. К каждой пружине приложена одна и та же сила 12 Н. На сколько удлинится каждая пружина и какова общая прибавка длины?
-