

Ответы к заданиям — Физика, 7 класс

Загляни сюда только после того, как сам(а) решил(а)! Сверь ответы и разбери ошибки.

Урок 1. Что изучает физика

Проверь сам (из текста): Скрипит дверь — звуковое. Тает снеговик — тепловое. Едет велосипед — механическое. Отблеск солнца на воде — световое.

1. Физика — наука о природе, она изучает общие законы окружающего мира и физические явления, происходящие с телами.
 2. Примеры (твои могут отличаться): механические — едет машина, падает яблоко; тепловые — кипит чайник, тает лёд; электрические — заряжается телефон, бьёт током; световые — радуга, тень; звуковые — звонок, эхо.
 3. Тела: гвоздь, кирпич, карандаш. Вещества: серебро, стекло, нефть.
 4. Например, велосипед (металл, резина, пластик) или карандаш (дерево, графит). Подойдёт любой предмет из разных материалов.
 5. Например: стакан, ваза, оконное стекло (или очки, лампочка).
 6. Фейерверк — это световое (вспышки), звуковое (хлопки) и тепловое (горение) явления. Можно добавить и механическое — разлёт искр.
 7. Снег — это вещество (материал, замёрзшая вода в виде кристалликов). Снежок — отдельный предмет с формой и границами, значит, это тело.
 8. Свободный ответ. Пример: «Я налил чай и он остыл» — тепловое явление; участвуют тела: чашка, чай (порция чая — тоже тело), воздух.
-

Урок 2. Физические величины и их измерение

Прикинь сам (из текста): 3 км = 3000 м; 2 мин = 120 с; 1,5 м = 150 см. **Проверь сам (мензурка):** $\zeta = (100 - 50) / 5 = 10$ мл; погрешность = $10 / 2 = 5$ мл.

1. Измерить величину — значит сравнить её с единицей измерения и узнать, сколько раз эта единица в ней укладывается.
 2. Чтобы учёные и торговцы разных стран понимали друг друга, могли повторять опыты и сравнивать результаты без путаницы между локтями, футами и аршинами.
 3. 700 см = 7 м; 5 км = 5000 м; 250 мм = 0,25 м.
 4. 4 мин = 240 с; 1 ч 10 мин = 3600 + 600 = 4200 с.
 5. $\zeta = (200 - 100) / 10 = 100 / 10 = 10$ мл.
 6. Погрешность = $1 / 2 = 0,5$ мм. Результат: $l = 153 \text{ мм} \pm 0,5 \text{ мм}$.
 7. Точнее термометр с ценой деления 0,5 °С: чем мельче деления, тем меньше погрешность (0,25 °С против 0,5 °С).
 8. Свободный ответ. Проверь: правильно ли взяты два *подписанных* штриха и посчитаны промежутки (а не штрихи); погрешность = половина найденной цены деления.
-

Урок 3. Физика и техника

Прикинь сам (из текста): Например: лампа (световое и тепловое действие тока), холодильник (тепловые явления + электромотор), телефон (радиоволны и электрический ток). Любые три верных — отлично.

1. Наблюдение → гипотеза → опыт → измерение.
2. Наблюдение — смотрю и фиксирую, не вмешиваясь (смотрю на радугу). Опыт — сам создаю условия и меняю их, могу повторить (смешиваю воду разной температуры и измеряю результат).
3. Гипотеза — научное предположение. Пример: «Бельё на ветру сохнет быстрее, потому что ветер уносит влажный воздух от ткани». (Любая разумная формулировка подойдёт.)

4. Свободный ответ. Например: «Ньютон открыл закон всемирного тяготения и объяснил, почему тела притягиваются к Земле и почему планеты вращаются вокруг Солнца».
5. Свободный ответ. Например: фен (тепловое и механическое действие тока), пылесос (электромотор), микроволновка (электромагнитные волны).
6. Чтобы убедиться, что результат не случайность: если опыт повторяется и даёт тот же результат у разных людей, ему можно доверять.
7. Физика даёт знания, техника воплощает их в устройства; а новые приборы (телескопы, ускорители) помогают физикам делать новые открытия. Пример: открытие электромагнетизма → электромотор.
8. Свободный ответ. Проверь, что есть все части: наблюдение, гипотеза, действие (опыт) и что именно измеряешь. Пример: «Заметил, что сахар быстрее растворяется в горячей воде (наблюдение). Гипотеза: чем теплее вода, тем быстрее растворение. Опыт: два стакана — холодный и тёплый, в каждый ложка сахара, мешаю одинаково и засекаю время».

Урок 4. Строение вещества. Молекулы и атомы

Проверь сам (из текста): Воздух — это газ, у него большие промежутки между молекулами, поэтому его легко сжать. Вода — жидкость, молекулы расположены плотно, промежутки крошечные, сжимать почти некуда.

1. Все вещества состоят из молекул, а молекулы — из атомов. Атом мельче молекулы; молекула — это «сборка» из атомов.
2. Молекула — наименьшая частица вещества, сохраняющая его свойства. В молекуле воды 3 атома: 1 кислорода и 2 водорода (H_2O).
3. Например: смешивание воды и спирта даёт меньший объём, чем сумма; газ можно сжать; тела расширяются при нагревании — всё это доказывает наличие промежутков.

4. При нагревании молекулы движутся быстрее и расталкиваются — промежутки между ними растут, тело расширяется. Размер самих молекул не меняется.
 5. В газе промежутки между молекулами большие — молекулы можно сблизить. В жидкости они уже расположены плотно, сблизать почти некуда.
 6. $\Delta V = (50 + 50) - 95 = 5$ мл. Объём уменьшился на 5 мл, потому что молекулы спирта зашли в промежутки между молекулами воды.
 7. Нет. Молекулы слишком малы (около 0,0000001 см) — обычный световой микроскоп их не показывает; нужны особые приборы.
 8. $d = V / S = 0,001 \text{ мм}^3 / 100 \text{ мм}^2 = 0,00001 \text{ мм} = 0,000001 \text{ см}$. Это примерно размер молекулы (порядка стомиллионной доли сантиметра).
-

Урок 5. Диффузия. Движение молекул

Прикинь сам (из текста): Быстрее окрасится горячая вода — в ней молекулы движутся быстрее, поэтому марганцовка перемешивается с водой (диффузия) быстрее.

1. Диффузия — самопроизвольное перемешивание частиц разных веществ. Пример: запах духов распространяется по комнате; чай окрашивает воду без помешивания.
2. Что вещество состоит из отдельных частиц и что эти частицы непрерывно и беспорядочно движутся.
3. Быстрее всего — в газах (молекулы далеко и быстро движутся), медленнее всего — в твёрдых телах (молекулы плотно упакованы и почти не перемещаются).
4. В кипятке молекулы движутся быстрее, поэтому вещества из заварки быстрее переходят в воду (диффузия быстрее).
5. Чем выше температура, тем быстрее движутся молекулы; температура — это мера энергии движения молекул.

6. Броуновское движение — беспорядочное движение мелких взвешенных частиц. Пылинку толкают удары невидимых молекул жидкости со всех сторон; когда с одной стороны ударов случайно больше, она дёргается.
 7. Молекулы пахучих веществ дыма проникли между молекулами ткани (диффузия), застряли там и потом постепенно выделяются в воздух — поэтому бельё пахнет дымом и дома.
 8. Свободный ответ. Пример: два одинаковых стакана — с горячей и холодной водой; в каждый одновременно аккуратно опустить по кристаллику марганцовки (или капле краски), не мешать и сравнить, где вода окрасится быстрее. Должно получиться: в горячей быстрее.
-

Урок 6. Взаимодействие молекул: притяжение и отталкивание

1. Молекулы притягиваются друг к другу. Эти силы притяжения удерживают молекулы вместе, поэтому твёрдые тела и жидкости не распадаются на отдельные молекулы.
2. При растяжении молекулы удаляются друг от друга, и притяжение между ними усиливается. Это **притяжение** тянет молекулы обратно, возвращая резинку в исходную форму.
3. При сжатии молекулы сближаются, и резко усиливается **отталкивание** между ними. Оно сопротивляется сжатию.
4. *Смачивание*: вода на чистом стекле, чернила впитываются в бумагу.
Несмачивание: капли воды на жирной тарелке, вода скатывается с листьев капусты или с водоплавающей птицы. (Подойдут любые разумные примеры.)
5. Притяжение молекул работает только на очень малых расстояниях. У гладко отшлифованных брусков молекулы двух поверхностей подходят вплотную, притяжение «включается» — и бруски слипаются так, что их трудно растащить.

6. Полотенце пронизано множеством тончайших каналов-капилляров. Вода смачивает их и поднимается по ним. Явление называется **капиллярность**.
 7. Поверхности осколков шершавые, и молекулы двух кусков не могут подойти друг к другу достаточно близко, чтобы притяжение сработало. Поэтому простое прижатие не «склеивает» — нужен клей, который заполняет промежутки.
 8. Возьмём каплю масла известного объёма V . Она растекается в круг известной площади S , образуя плёнку толщиной в одну молекулу. Тогда толщина плёнки $d = V / S$ и есть примерный размер молекулы масла. (Этим способом учёные действительно прикидывали размеры молекул — он даёт около $0,000000001$ м, то есть порядка нанометра.)
-

Урок 7. Три состояния вещества

1. **Твёрдое:** лёд, железо, камень, дерево. **Жидкое:** вода, молоко, бензин, расплавленный металл. **Газообразное:** воздух, водяной пар, кислород, природный газ. (Подойдут любые верные примеры.)
2. В жидкости молекулы расположены близко и притягиваются достаточно сильно, чтобы не разлетаться, — поэтому объём сохраняется. Но порядка нет, молекулы перекатываются, поэтому жидкость легко меняет форму и принимает форму сосуда.
3. Сами молекулы воды (H_2O) **остаются прежними**. Меняется расположение и движение: из близкой «толпы» молекулы переходят в состояние, где они далеко друг от друга и свободно разлетаются.
4. У газа между молекулами большие промежутки, поэтому молекулы можно сблизить — газ сжимается. У жидкости молекулы уже расположены вплотную, сжимать почти нечего.
5. В **твёрдом** теле. Строгий порядок и сильное притяжение позволяют телу сохранять и свою форму, и объём.

6. Твёрдое — форма да, объём да. Жидкость — форма нет, объём да. Газ — форма нет, объём нет.
 7. В баллоне кислород находится в **газообразном** состоянии. Это возможно потому, что у газа большие промежутки между молекулами: под давлением молекулы сближают, и в тот же объём помещается гораздо больше газа.
 8. В воздухе (газе) между молекулами расстояние во много раз больше размера молекул, а притяжение слабое — молекулы легко сблизить, поэтому газ сжимается в несколько раз. В воде молекулы уже расположены вплотную, и при попытке их сблизить резко усиливается отталкивание. Сжимать практически нечего, поэтому вода почти несжимаема.
-

Урок 8. Механическое движение

1. Механическое движение — это изменение положения тела относительно других тел с течением времени.
2. Например, пассажир в автобусе: относительно сиденья он покоится, а относительно дороги и домов — движется. (Подойдёт любой верный пример.)
3. **Траектория** — это линия, по которой движется тело (её можно нарисовать). **Путь** — это число, длина этой линии (в метрах). Траектория — линия, путь — число.
4. Периметр квадрата: $P = 4 \cdot 50 \text{ м} = 200 \text{ м}$. Путь $S = \mathbf{200 \text{ м}}$. (Хотя пешеход вернулся в исходную точку, путь всё равно равен длине всей пройденной линии.)
5. *Равномерное*: эскалатор, движущаяся лента в аэропорту. *Неравномерное*: разгоняющийся автомобиль, бегущий человек. (Подойдут любые верные примеры.)
6. а) криволинейную (дуга); б) криволинейную (окружность); в) прямолинейную.

7. Движение относительно. Глаз сравнивает свой поезд с соседним составом, выбирая его телом отсчёта. Если нет других ориентиров, мозг не может сразу определить, кто из них на самом деле движется относительно земли, — отсюда иллюзия.
 8. Относительно рамы велосипеда точка на ободке описывает **окружность** (просто крутится вокруг оси). Относительно дороги её траектория — волнистая кривая (она называется циклоидой): точка одновременно крутится и едет вперёд вместе с колесом.
-

Урок 9. Скорость

1. $v = S / t = 100 / 20 = 5 \text{ м/с}$. В км/ч: $5 \cdot 3,6 = 18 \text{ км/ч}$.
 2. Делим на 3,6: а) $36 / 3,6 = 10 \text{ м/с}$; б) $72 / 3,6 = 20 \text{ м/с}$; в) $108 / 3,6 = 30 \text{ м/с}$.
 3. Умножаем на 3,6: а) $10 \cdot 3,6 = 36 \text{ км/ч}$; б) $15 \cdot 3,6 = 54 \text{ км/ч}$; в) $30 \cdot 3,6 = 108 \text{ км/ч}$.
 4. Это значит, что у скорости есть и числовое значение, и **направление**. На рисунке её изображают **стрелкой** (вектором): длина — величина скорости, куда смотрит стрелка — туда движется тело.
 5. $S_{\text{общ}} = 100 + 120 = 220 \text{ км}$. $t_{\text{общ}} = 2 + 3 = 5 \text{ ч}$. $v_{\text{ср}} = 220 / 5 = 44 \text{ км/ч}$.
 6. Путь: $S = 12 \cdot 0,5 = 6 \text{ км}$ (во время отдыха путь 0). $t_{\text{общ}} = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ ч}$. $v_{\text{ср}} = 6 / 1 = 6 \text{ км/ч}$.
 7. Велосипедист: $2 \text{ м/с} = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ км/ч}$. Это больше, чем 5 км/ч у пешехода. Значит, **велосипедист быстрее**.
 8. Пусть весь путь 120 км, по 60 км на половину. Время первой половины: $t_1 = 60 / 40 = 1,5 \text{ ч}$. Время второй: $t_2 = 60 / 60 = 1 \text{ ч}$. $t_{\text{общ}} = 1,5 + 1 = 2,5 \text{ ч}$. $v_{\text{ср}} = 120 / 2,5 = 48 \text{ км/ч}$. (Не 50 км/ч — потому что на медленном участке тело провело больше времени!)
-

Урок 10. Расчёт пути и времени движения

1. $S = v \cdot t = 25 \cdot 10 = \mathbf{250 \text{ м}}$.
 2. $t = S / v = 240 / 480 = \mathbf{0,5 \text{ ч}}$ (то есть 30 минут).
 3. $S = v \cdot t = 5 \cdot 3 = \mathbf{15 \text{ км}}$.
 4. $t = S / v = 2 / 0,001 = \mathbf{2000 \text{ с}}$. В минутах: $2000 / 60 \approx \mathbf{33,3 \text{ мин}}$.
 5. $S = v \cdot t = 12 \cdot 1,5 = \mathbf{18 \text{ км}} = \mathbf{18000 \text{ м}}$.
 6. $S_{\text{общ}} = 9 + 6 = 15 \text{ км}$. $t_{\text{общ}} = 3 + 1 = 4 \text{ ч}$. $v_{\text{ср}} = 15 / 4 = \mathbf{3,75 \text{ км/ч}}$.
 7. а) при $t = 2 \text{ с}$ путь по графику $S = \mathbf{20 \text{ м}}$; б) путь 50 м достигается при $t = \mathbf{5 \text{ с}}$.
 8. Путь первой части: $S_1 = 80 \cdot 2 = 160 \text{ км}$. Второй: $S_2 = 60 \cdot 3 = 180 \text{ км}$. $S_{\text{общ}} = 160 + 180 = \mathbf{340 \text{ км}}$. $t_{\text{общ}} = 2 + 3 = 5 \text{ ч}$. $v_{\text{ср}} = 340 / 5 = \mathbf{68 \text{ км/ч}}$.
 9. Точки: (0; 0), (1; 5), (2; 10), (3; 15), (4; 20) — соедини прямой из начала координат. При $t = 3,5 \text{ с}$ путь $S = v \cdot t = 5 \cdot 3,5 = \mathbf{17,5 \text{ м}}$ (на графике точка между 15 и 20).
-

Урок 11. Инерция

🌀 **Прикинь сам (чашка чая).** Чай выплеснется **вперёд**: рука с чашкой останавливается, а чай по инерции продолжает двигаться вперёд.

1. Инерция — явление сохранения скорости тела при отсутствии действия других тел. Пример (свой): семена с одуванчика слетают, если резко тряхнуть стебель.
2. При торможении автобус замедляется, а тело пассажира по инерции сохраняет прежнюю скорость и продолжает двигаться вперёд.
3. Ремень — «другое тело», которое не даёт телу по инерции улететь вперёд при резком торможении/аварии. Подголовник не даёт голове по инерции откинуться назад при ударе сзади.

4. Не противоречит. Действия на книгу **уравновешены** (сила тяжести вниз и опора стола вверх), поэтому скорость не меняется — книга сохраняет покой. Это и есть инерция.
 5. На зонд почти ничего не действует (нет трения и сопротивления), поэтому он по инерции сохраняет свою скорость и летит дальше.
 6. Резкий щелчок быстро уносит открытку (трение между ней и монеткой мало). Монетка по инерции остаётся почти на месте и под действием силы тяжести падает в стакан.
 7. Тело на бегу имеет большую скорость и по инерции стремится её сохранить; чтобы остановиться, нужно время и усилие (работа ног, трение), мгновенно скорость не убрать.
 8. Пример опыта: положи лист бумаги на стол, сверху поставь монетку. Резко выдерни лист — монетка останется на столе. Лист уезжает, а монетка по инерции сохраняет покой. (Принимается любой корректный опыт с верным объяснением.)
-

Урок 12. Взаимодействие тел. Масса

🕒 **Прикинь сам (яблоко).** $m = 100 + 50 + 20 = 170 \text{ г} = 0,17 \text{ кг}$.

1. Действие всегда взаимно: толкая тело, ты опираешься на него, и оно толкает тебя в ответ с такой же «силой». Поэтому одностороннего действия не существует.
2. Инертность — свойство тела сохранять свою скорость (сопротивляться её изменению). Масса — числовая мера инертности: чем больше масса, тем больше инертность.
3. Бóльшая масса — у той, что укатилась **медленно**: её скорость изменилась меньше, значит она инертнее (массивнее).
4. а) $4 \text{ т} = 4000 \text{ кг}$; б) $750 \text{ г} = 0,75 \text{ кг}$; в) $50\,000 \text{ мг} = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$; г) $0,5 \text{ ц} = 50 \text{ кг}$.
5. а) $3 \text{ кг} = 3000 \text{ г}$; б) $0,2 \text{ кг} = 200 \text{ г}$; в) $1,5 \text{ т} = 1\,500\,000 \text{ г}$.

6. Дано: гири 500 г, 200 г, 20 г, 1 г. Найти: m . Решение: $m = 500 + 200 + 20 + 1 = 721 \text{ г} = 0,721 \text{ кг}$. Ответ: $m = 721 \text{ г} \approx 0,721 \text{ кг}$.
7. Ружьё и пуля взаимодействуют. Пороховые газы толкают пулю вперёд, а ружьё по взаимодействию — назад (в плечо). Это «отдача».
8. Меньше изменил скорость второе тело (в 5 раз меньше), значит его масса в **5 раз больше** массы первого.
9. Положи на чашу сразу много одинаковых скрепок (например, 100 штук), уравнивай гири и найди их общую массу. Затем раздели её на число скрепок — получишь массу одной. (Принимается любой корректный способ с такой идеей.)

Урок 13. Плотность вещества

🕒 **Прикинь сам.** $\rho = m / V = 540 \text{ г} / 200 \text{ см}^3 = 2,7 \text{ г/см}^3 = 2700 \text{ кг/м}^3$. По таблице — это алюминий.

1. Плотность — масса вещества в единице объёма. $\rho = m / V$; m — масса (кг), V — объём (м^3), ρ — плотность (кг/м^3).
2. У ваты плотность очень мала: в большом объёме мало вещества (массы). У песка плотность гораздо больше, поэтому при том же объёме масса велика.
3. а) 2700 кг/м^3 ; б) 900 кг/м^3 ; в) $19\,300 \text{ кг/м}^3$.
4. а) $7,8 \text{ г/см}^3$; б) 1 г/см^3 ; в) $0,5 \text{ г/см}^3$.
5. $\rho = 270 / 100 = 2,7 \text{ г/см}^3 = 2700 \text{ кг/м}^3$ — алюминий.
6. $\rho = m / V = 2,7 / 0,001 = 2700 \text{ кг/м}^3 = 2,7 \text{ г/см}^3$ — алюминий.
7. Вода: $2 \text{ л} = 2000 \text{ см}^3$, $m = 1 \cdot 2000 = 2000 \text{ г} = 2 \text{ кг}$. Масло: $m = 0,92 \cdot 2000 = 1840 \text{ г} = 1,84 \text{ кг}$.
8. Плотность льда 900 кг/м^3 меньше плотности воды 1000 кг/м^3 , поэтому лёд легче равного объёма воды и всплывает.
9. Взвесь каждый кубик (массы) и измерь объём каждого мензуркой (по вытесненной воде). Вычисли плотность $\rho = m / V$ для обоих. У настоящего

золота $\rho \approx 19,3 \text{ г/см}^3$; у позолоченного она будет заметно меньше (внутри лёгкий металл). Тот, чья плотность близка к $19,3 \text{ г/см}^3$, — настоящий.

Урок 14. Расчёт массы и объёма по плотности

🕒 **Прикинь сам.** $m = \rho \cdot V = 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 10 \text{ см}^3 = 78 \text{ г}$.

1. $\rho = m / V$; $m = \rho \cdot V$; $V = m / \rho$. m — масса (кг), V — объём (м^3), ρ — плотность (кг/ м^3).
 2. $m = \rho \cdot V = 8,9 \cdot 30 = 267 \text{ г} = 0,267 \text{ кг}$.
 3. $V = m / \rho = 386 / 19,3 = 20 \text{ см}^3$.
 4. $m = \rho \cdot V = 7800 \cdot 0,02 = 156 \text{ кг}$.
 5. $V = m / \rho = 5 / 920 \approx 0,00543 \text{ м}^3 \approx 5,43 \text{ л}$.
 6. $8000 \text{ л} = 8 \text{ м}^3$; $m = \rho \cdot V = 1000 \cdot 8 = 8000 \text{ кг} = 8 \text{ т}$.
 7. $m = \rho \cdot V = 0,9 \text{ г/см}^3 \cdot 2000 \text{ см}^3 = 1800 \text{ г} = 1,8 \text{ кг}$.
 8. $V = m / \rho = 3000 \text{ кг} / 1500 \text{ кг/м}^3 = 2 \text{ м}^3$. Можно загрузить не больше 2 м^3 песка.
 9. Масса жидкости = $1050 - 50 = 1000 \text{ г}$. Объём = $1,25 \text{ л} = 1250 \text{ см}^3$. $\rho = m / V = 1000 / 1250 = 0,8 \text{ г/см}^3$. Это меньше воды (1 г/см^3) — похоже на масло, керосин или бензин (лёгкая жидкость).
-

Урок 15. Сила. Сила тяжести

🕒 **Прикинь сам.** $F = m \cdot g = 5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 49 \text{ Н}$.

1. Сила — мера действия одного тела на другое (меняет скорость или форму). Измеряется в ньютонах (Н).
2. Всемирное тяготение — взаимное притяжение всех тел. Да, ты и стол притягиваете друг друга, но ваши массы малы, поэтому сила ничтожна и незаметна.
3. $F = m \cdot g$; F — сила тяжести (Н), m — масса (кг), $g \approx 9,8 \text{ Н/кг}$.

4. Модуль (значение), направление и точка приложения.
 5. $F = m \cdot g = 60 \cdot 9,8 = 588 \text{ Н}$.
 6. $m = F / g = 78,4 / 9,8 = 8 \text{ кг}$.
 7. $m = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$; $F = 0,25 \cdot 10 = 2,5 \text{ Н}$.
 8. Масса — количество вещества и мера инертности (кг), она не меняется. Сила тяжести (Н) — притяжение планеты, на Луне она в ~6 раз меньше. На Луне масса та же, а сила тяжести меньше.
 9. $F = m \cdot g = 80 \cdot 1,6 = 128 \text{ Н}$. На Земле было бы $F = 80 \cdot 9,8 = 784 \text{ Н}$; это в $784 / 128 \approx 6,1$ раза больше. Масса (80 кг) не меняется.
-

Урок 16. Сила упругости и закон Гука

1. Деформация — изменение формы или размеров тела. Например: растяжение (резинка), сжатие (подушка), изгиб (линейка). Подойдут и кручение, сдвиг.
 2. После упругой деформации тело само возвращает форму (пружина), после пластической — остаётся деформированным (пластилин).
 3. При сжатии сила упругости направлена наружу (выталкивает, против сжатия). При растяжении — внутрь (стягивает, против растяжения). Всегда против деформации.
 4. $k = F / x = 25 \text{ Н} / 0,05 \text{ м} = \mathbf{500 \text{ Н/м}}$.
 5. $x = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$; $F = k \cdot x = 600 \cdot 0,04 = \mathbf{24 \text{ Н}}$.
 6. $x = 11 - 8 = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$; $F = 300 \cdot 0,03 = \mathbf{9 \text{ Н}}$.
 7. Удлинение выросло в $5/2 = 2,5$ раза, значит сила тоже: $8 \cdot 2,5 = \mathbf{20 \text{ Н}}$.
(Проверка: $k = 8/0,02 = 400 \text{ Н/м}$; $F = 400 \cdot 0,05 = 20 \text{ Н}$.)
 8. К каждой пружине приложена сила 12 Н. Первая: $x_1 = F/k_1 = 12 / 200 = 0,06 \text{ м} = \mathbf{6 \text{ см}}$. Вторая: $x_2 = F/k_2 = 12 / 300 = 0,04 \text{ м} = \mathbf{4 \text{ см}}$. Общая прибавка длины: $6 + 4 = \mathbf{10 \text{ см}}$ (0,1 м).
-

Урок 17. Вес тела. Единицы силы

1. Масса (кг) — мера количества вещества, не сила, везде одинакова. Вес (Н) — сила давления на опору. Это разные физические величины с разными единицами.
 2. Сила тяжести — притяжение Земли, приложена к самому телу. Вес — давление тела на опору/подвес, приложен к опоре. По величине часто равны, но это разные силы.
 3. 1 Н — примерно вес яблока массой около 100 г, лежащего на ладони.
 4. $F = m \cdot g = 12 \cdot 9,8 = \mathbf{117,6 \text{ Н}}$.
 5. $m = P/g = 196 / 9,8 = \mathbf{20 \text{ кг}}$.
 6. $P = m \cdot g = 6 \cdot 9,8 = \mathbf{58,8 \text{ Н}}$.
 7. Невесомость — состояние, при котором вес равен нулю (тело ни на что не давит). Сила тяжести при этом сохраняется, масса тоже не меняется.
 8. $m = P_{\text{Л}} / g_{\text{Л}} = 144 / 1,6 = \mathbf{90 \text{ кг}}$. На Земле: $P_{\text{З}} = 90 \cdot 9,8 = \mathbf{882 \text{ Н}}$.
 9. Весы измеряют не массу, а силу, с которой ты на них давишь (вес). Когда лифт резко начинает движение вниз, ты на мгновение «догоняешь» опору — давишь на весы слабее, поэтому они показывают меньше. Это частичная невесомость. Масса при этом не меняется.
-

Урок 18. Динамометр. Равнодействующая сил

1. Динамометр — прибор для измерения силы; основан на законе Гука (удлинение пружины пропорционально силе).
2. Градуировка нужна, чтобы по растяжению пружины определять силу в ньютонах. Подвешивают известные грузы и отмечают положения стрелки.
3. В одну сторону — сложением; в разные стороны — вычитанием (из большей силы меньшую).

4. Сонаправлены: $R = 25 + 40 = 65 \text{ Н}$.
 5. Противоположны: $R = 60 - 35 = 25 \text{ Н вправо}$ (к большей силе).
 6. $R = 15 - 15 = 0$ (силы уравновешены).
 7. Динамометр покажет **8 Н**. Груз покоится, значит сила упругости пружины уравновешивает силу тяжести 8 Н.
 8. $R = 120 - 45 = 75 \text{ Н вперёд}$, ящик поедет вперёд.
 9. При равномерном движении равнодействующая равна нулю (тело не разгоняется и не тормозит). Значит сила сопротивления уравновешивает силу тяги: сопротивление = **500 Н**, направлено назад. Равнодействующая = $500 - 500 = 0$.
-

Урок 19. Сила трения

1. Сила трения — сила, возникающая при соприкосновении тел, направлена против движения. Причины: неровности поверхностей и притяжение молекул.
2. Трение покоя (шкаф не сдвигается; мы ходим), скольжения (санки по снегу), качения (колесо катится).
3. Меньше трение качения. Поэтому используют колёса, подшипники, ролики — чтобы легче двигать грузы.
4. Зависит от силы прижатия (веса) и рода поверхностей. Почти не зависит от площади соприкосновения.
5. Полезно: ходьба, тормоза, спички, держать предметы. Вредно: износ деталей, нагрев, потеря энергии. (Любые два примера.)
6. Увеличить: сделать шершавым, прижать сильнее, посыпать песком.
Уменьшить: смазать, отполировать, поставить колёса/подшипники.
7. При равномерном движении равнодействующая равна нулю, значит $F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}} = 5 \text{ Н}$.
8. $R = 40 - 25 = 15 \text{ Н вперёд}$. Равнодействующая не равна нулю и направлена вперёд — санки **разгоняются**.

9. Примеры: нельзя ходить (ноги проскальзывают — нет трения покоя); невозможно удержать предметы (выскальзывают из рук); машины не тормозят и не трогаются (колёса буксуют); узлы и гвозди сами расходятся (держатся за счёт трения); ничего не лежит на наклонных поверхностях — всё съезжает. Каждый случай — потому что именно трение удерживало тела от скольжения.
-

Урок 20. Давление твёрдых тел

1. Давление — это физическая величина, равная отношению силы давления к площади опоры. $p = F / S$, где F — сила давления (Н), S — площадь (m^2), p — давление (Па).
 2. $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ — давление силы 1 Н на площади 1 m^2 . $25 \text{ кПа} = 25 \cdot 1000 = \mathbf{25\ 000 \text{ Па}}$.
 3. У лыж большая площадь опоры. По формуле $p = F / S$ при большой S давление маленькое — снег его выдерживает. У ботинка площадь маленькая, давление большое, снег проседает.
 4. $p = F / S = 20 / 0,02 = \mathbf{1000 \text{ Па}}$.
 5. $F = m \cdot g = 40 \cdot 10 = 400 \text{ Н}$; $p = F / S = 400 / 0,0004 = \mathbf{1\ 000\ 000 \text{ Па} = 1000 \text{ кПа}}$. Лезвия очень тонкие, поэтому давление огромное (поэтому коньки и режут лёд).
 6. $S = F / p = 700 / 3500 = \mathbf{0,2 \text{ м}^2}$ (по 0,1 m^2 на каждую лыжу).
 7. Увеличивают: нож, иголка, гвоздь, топор, зубы. Уменьшают: лыжи, гусеницы трактора, широкие шины, фундамент, лапы верблюда. (Любые три из каждой группы.)
 8. $p = F / S = 40 / 0,0000005 = \mathbf{80\ 000\ 000 \text{ Па} = 80 \text{ МПа}}$.
 9. ☆ Слон: F на одну ногу $= 50\ 000 / 4 = 12\ 500 \text{ Н}$; $p = 12\ 500 / 0,05 = \mathbf{250\ 000 \text{ Па}}$. Балерина: $p = 500 / 0,0001 = \mathbf{5\ 000\ 000 \text{ Па}}$. Балерина давит на пол в 20 раз сильнее слона — потому что площадь пуанта крошечная!
-

Урок 21. Давление газа. Закон Паскаля

1. Молекулы газа непрерывно и беспорядочно движутся и ударяются о стенки сосуда. Огромное число этих ударов и создаёт давление.
 2. а) При сжатии молекулы становятся ближе, ударов больше — давление растёт. б) При нагреве молекулы движутся быстрее, бьют чаще и сильнее — давление растёт.
 3. Давление, произведённое на жидкость или газ, передаётся в любую точку одинаково и во все стороны.
 4. Газ передаёт давление во все стороны одинаково (закон Паскаля), а твёрдый кирпич давит только вниз, в сторону действия силы.
 5. $p = F / S = 50 / 0,01 = \mathbf{5000 \text{ Па} = 5 \text{ кПа}}$.
 6. $F = p \cdot S = 300\,000 \cdot 0,001 = \mathbf{300 \text{ Н}}$.
 7. Любые два: гидравлический пресс, автомобильные тормоза, гидравлический подъёмник, домкрат, стоматологическое кресло.
 8. В баллончике остаётся сжатый газ. При нагревании его молекулы ускоряются, давление резко растёт, и баллончик может взорваться.
 9. ★ В тормозной системе жидкость. Нажимая педаль, ты создаёшь давление в жидкости, и по закону Паскаля оно передаётся одинаково по трубкам ко всем четырём тормозным цилиндрам — поэтому тормозят все колёса сразу.
-

Урок 22. Давление в жидкости и газе

1. Жидкость имеет вес; верхние слои давят на нижние. Поэтому внутри возникает давление, действующее на дно и на стенки.
2. $p = \rho \cdot g \cdot h$, где ρ — плотность (кг/м^3), $g \approx 9,8 \text{ Н/кг}$, h — высота столба (м), p — давление (Па).

3. Зависит от плотности жидкости ρ и глубины h . Не зависит от формы сосуда и объёма жидкости.
 4. $p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 0,4 = \mathbf{4000 \text{ Па} = 4 \text{ кПа}}$.
 5. $h = p / (\rho \cdot g) = 30\,000 / (1000 \cdot 10) = \mathbf{3 \text{ м}}$.
 6. $p = \rho \cdot g \cdot h = 700 \cdot 10 \cdot 3 = \mathbf{21\,000 \text{ Па} = 21 \text{ кПа}}$.
 7. У дна глубина h наибольшая, поэтому давление воды там максимально. Чтобы выдержать его, стену внизу делают толще и прочнее.
 8. Давление одинаково: $p = 1000 \cdot 10 \cdot 0,6 = \mathbf{6000 \text{ Па}}$ в обоих, ведь оно зависит только от ρ и h , а не от формы.
 9. ★ $p = \rho \cdot g \cdot h = 1030 \cdot 10 \cdot 200 = 2\,060\,000 \text{ Па} = \mathbf{2060 \text{ кПа}}$. Это примерно в $2060 / 100 \approx \mathbf{20 \text{ раз}}$ больше атмосферного давления.
-

Урок 23. Сообщающиеся сосуды

1. Сообщающиеся сосуды — соединённые внизу сосуды, между которыми может перетекать жидкость. Пример: чайник, U-трубка, водопровод.
2. Однородная жидкость в сообщающихся сосудах устанавливается на одном уровне независимо от формы сосудов.
3. Жидкость покоится, когда давления у соединения равны. Для одной жидкости (одинаковая ρ) $p = \rho \cdot g \cdot h$ равно только при одинаковой h , поэтому уровни выравниваются. Форма и объём роли не играют.
4. Уровни будут разными. Выше окажется менее плотная жидкость — масло, потому что для равенства давлений ($\rho \cdot g \cdot h$) его столб должен быть выше.
5. Чайник, водопровод (водонапорная башня), шлюзы, фонтан, водяной уровень. Например, в чайнике вода в носике и корпусе на одном уровне, поэтому по носику видно наполнение.
6. $p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 15 = \mathbf{150\,000 \text{ Па} = 150 \text{ кПа}}$.

7. Иначе при наполнении вода польётся через носик раньше, чем чайник наполнится — ведь в носике и корпусе уровень одинаковый.
 8. $\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \rightarrow 800 \cdot 0,2 = 1000 \cdot h_2 \rightarrow h_2 = 160 / 1000 = \mathbf{0,16 \text{ м} = 16 \text{ см}}$.
 9. ★ $\rho_{\text{рт}} \cdot h_{\text{рт}} = \rho_{\text{в}} \cdot h_{\text{в}} \rightarrow 13\,600 \cdot 0,04 = 1000 \cdot h_{\text{в}} \rightarrow h_{\text{в}} = 544 / 1000 = \mathbf{0,544 \text{ м} \approx 54,4 \text{ см}}$. Вода намного легче ртути, поэтому, чтобы создать такое же давление у дна, её столб должен быть гораздо выше.
-

Урок 24. Атмосферное давление

1. Воздух состоит из молекул, имеющих массу. Например, воздух в большой комнате весит сотни килограммов; это можно проверить, взвесив накачанный и пустой мяч — накачанный тяжелее.
2. Атмосфера — воздушная оболочка Земли. Атмосферное давление — давление этого воздуха своим весом на все тела на поверхности Земли.
3. Около **101 300 Па \approx 101 кПа**, или **760 мм рт. ст.**
4. Давление действует на тело со всех сторон одинаково, а внутренние жидкости и газы тела давят наружу с таким же давлением. Силы уравновешены — мы давления не ощущаем.
5. Из сложенных полушарий откачали воздух. Снаружи их прижимала атмосфера, а изнутри давить было нечему (вакуум). Сила прижатия оказалась так велика, что 16 лошадей не разорвали их. Когда впустили воздух, полушария распались.
6. Снизу на бумагу давит атмосферный воздух с давлением ≈ 101 кПа. Оно больше давления столба воды, поэтому удерживает воду и бумагу.
7. $F = p \cdot S = 100\,000 \cdot 1,5 = \mathbf{150\,000 \text{ Н}}$. (С другой стороны стекла воздух давит с такой же силой, поэтому стекло не разбивается.)
8. С высотой давление уменьшается, потому что слой воздуха над тобой становится тоньше. В горах воздух разрежён, кислорода в каждом вдохе

меньше — дышать тяжело.

9. ★ $F = p \cdot S = 100\,000 \cdot 0,001 = \mathbf{100\text{ Н}}$. Присоска держится благодаря атмосферному давлению снаружи. Если под неё попадёт воздух, давление внутри и снаружи сравняется, прижимающая сила исчезнет — и присоска отвалится.
-

Урок 25. Измерение атмосферного давления

1. Торричелли наполнил метровую трубку ртутью, перевернул её в чашку с ртутью — ртуть опустилась до 760 мм и остановилась, сверху образовалась пустота. Столбик держит атмосферное давление. Опыт доказал, что атмосфера давит, и измерил это давление.
 2. Его удерживает атмосферное давление: воздух давит на ртуть в чашке и поднимает столбик в трубке.
 3. $p = 720 \cdot 133 = 95\,760\text{ Па} \approx 95,8\text{ кПа}$.
 4. $p = 93\,100 : 133 = 700\text{ мм рт. ст.}$
 5. $p = 13\,600 \cdot 9,8 \cdot 0,5 = 66\,640\text{ Па} \approx 66,6\text{ кПа}$.
 6. Ртуть в 13,6 раза плотнее воды, поэтому её столб в 13,6 раза короче. Водяной столб был бы около 10 м — неудобно. Ртутный — всего 0,76 м.
 7. $760 - 745 = 15\text{ мм рт. ст.}$ ниже нормального.
 8. ★ $h = p : (\rho \cdot g) = 101\,300 : (1000 \cdot 9,8) \approx 10,3\text{ м}$. Столб воды высотой больше 10 метров!
-

Урок 26. Барометр-анероид, давление на высоте и манометры

1. Внутри прибора — упругая металлическая коробочка без воздуха. Атмосфера сжимает или распрямляет её, эти движения через рычажки крутят стрелку по шкале.

2. Чем выше, тем меньше воздуха над тобой, поэтому он давит слабее.
 3. $\Delta p = 360 : 12 = 30$ мм рт. ст. (уменьшилось).
 4. $\Delta p = 480 : 12 = 40$ мм рт. ст.; $p = 758 - 40 = 718$ мм рт. ст.
 5. $\Delta p = 760 - 700 = 60$ мм рт. ст.; $H = 60 \cdot 12 = 720$ м.
 6. Манометр измеряет давление газа или жидкости в сосуде. Встречается на насосе для шин, на газовом баллоне, в автосервисе.
 7. Жидкостный показывает давление по разнице уровней жидкости в U-трубке; металлический — по распрямлению упругой изогнутой трубки, крутящей стрелку.
 8. Высоко воздух сильно разрежён, и давление с высотой падает медленнее, чем у земли. Линейное правило перестаёт работать.
 9. ★ Нет. По правилу вышло бы падение $10000 : 12 \approx 833$ мм рт. ст. — больше нормального давления (760), то есть давление стало бы «отрицательным», что невозможно. На самом деле наверху воздух разрежён, и давление падает гораздо медленнее.
-

Урок 27. Насос и гидравлический пресс

1. Поршень вверх — нижний клапан открывается, атмосфера заталкивает воду в цилиндр. Поршень вниз — нижний клапан закрыт, вода переливается над поршень через клапан в нём. Снова вверх — поршень поднимает и выливает воду, а снизу набирается новая.
2. Воду вверх толкает атмосферное давление, а оно держит водяной столб не выше ≈ 10 м (как в опыте Торричелли).
3. $F_2 = 100 \cdot (400 / 8) = 100 \cdot 50 = 5000$ Н.
4. $F_2 = 250 \cdot 60 = 15\,000$ Н.
5. $S_2 / S_1 = F_2 / F_1 = 20\,000 / 400 = 50$.
6. Выигрыш = $S_2 / S_1 = 600 / 12 = 50$.

7. Во сколько раз растёт сила, во столько же раз меньше путь большого поршня. Произведение силы на путь (работа) не меняется.
8. ★ $S_2 / S_1 = F_2 / F_1 = 80\,000 / 500 = 160$. Значит, не меньше 160.
-

Урок 28. Архимедова сила

1. Снизу тело находится глубже, давление там больше, поэтому жидкость толкает его вверх сильнее, чем сверху вниз. Разница этих сил — выталкивающая сила.
2. Вверх.
3. $F_A = 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,003 = 29,4$ Н.
4. $200 \text{ см}^3 = 0,0002 \text{ м}^3$; $F_A = 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,0002 = 1,96$ Н.
5. $F_A = 40 - 32 = 8$ Н.
6. Одинаковая: F_A зависит только от плотности воды, g и объёма погружённой части. Объёмы равны — силы равны.
7. $F_A = 800 \cdot 9,8 \cdot 0,002 = 15,68 \approx 15,7$ Н.
8. От массы тела, плотности тела, его формы и глубины погружения (пока тело целиком в жидкости).
9. ★ $F_A = 60 - 45 = 15$ Н. Из $F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V$: $V = F_A : (\rho_{\text{ж}} \cdot g) = 15 : (1000 \cdot 9,8) \approx 0,00153 \text{ м}^3 \approx 1530 \text{ см}^3$.
-

Урок 29. Плавание тел

1. Тонет — $F_{\text{тяж}} > F_A$; плавает внутри — $F_{\text{тяж}} = F_A$; всплывает — $F_{\text{тяж}} < F_A$.
2. Тонет — $\rho_{\text{тела}} > \rho_{\text{ж}}$; плавает внутри — $\rho_{\text{тела}} = \rho_{\text{ж}}$; всплывает — $\rho_{\text{тела}} < \rho_{\text{ж}}$.
3. $F_{\text{тяж}} < F_A$ ($15 < 22$) → тело всплывает.

4. В воде $1300 > 1000 \rightarrow$ тонет. В ртути $1300 < 13\,600 \rightarrow$ всплывает (плавает на поверхности ртути).
 5. $F_{\text{тяж}} = 0,8 \cdot 9,8 = 7,84 \text{ Н}$; $F_A = 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,001 = 9,8 \text{ Н}$. $F_{\text{тяж}} < F_A \rightarrow$ всплывает. ($\rho_{\text{тела}} = 800 < 1000$.)
 6. Плотность льда (900 кг/м^3) меньше плотности воды (1000), поэтому $\rho_{\text{тела}} < \rho_{\text{ж}}$ — лёд всплывает и плавает.
 7. В воде (1000) и керосине... парафин 900 : в воде $900 < 1000 \rightarrow$ всплывает; в керосине $900 > 800 \rightarrow$ тонет; в бензине $900 > 710 \rightarrow$ тонет.
 8. Корабль внутри полый, в нём много воздуха, поэтому его *средняя* плотность меньше плотности воды. У сплошного болта плотность стали (7800) больше воды — он тонет.
 9. ★ При плавании $F_A = F_{\text{тяж}} = m \cdot g = 0,9 \cdot 9,8 = 8,82 \text{ Н}$. Из $F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{погр}}$: $V_{\text{погр}} = 8,82 : (1000 \cdot 9,8) = 0,0009 \text{ м}^3 = 900 \text{ см}^3$ (то есть 90% объёма под водой).
-

Урок 30. Плавание судов и воздухоплавание

1. Корпус полый, внутри много воздуха, поэтому средняя плотность всего судна меньше плотности воды. Судно вытесняет столько воды, что $F_A =$ весу судна.
2. Осадка — глубина погружения судна; ватерлиния — предельная линия загрузки на борту; водоизмещение — масса (вес) вытесненной судном воды, равная весу судна с грузом.
3. $m = 1000 \cdot 3000 = 3\,000\,000 \text{ кг}$ (3000 т); $P = 3\,000\,000 \cdot 9,8 = 29\,400\,000 \text{ Н}$.
4. $F_A = 1\,500\,000 + 800\,000 = 2\,300\,000 \text{ Н}$.
5. Газом легче воздуха: горячим воздухом, гелием или водородом. Тогда средняя плотность шара меньше плотности воздуха, и он всплывает.
6. $F_A = 1,29 \cdot 9,8 \cdot 500 \approx 6321 \text{ Н} \approx 6300 \text{ Н}$.
7. $F_{\text{под}} = 8000 - 5500 = 2500 \text{ Н}$.

8. Морская вода плотнее, выталкивает сильнее, поэтому в море нужна меньшая осадка. В пресной речной воде судну приходится погружаться глубже.
9. ★ $F_A = 1,29 \cdot 9,8 \cdot 1000 \approx 12\,642$ Н. $F_{\text{под}} = 12\,642 - 9000 \approx 3642$ Н. Такой вес груза (≈ 3600 Н) шар и поднимет.
-

Урок 31. Механическая работа

1. Механическая работа совершается, когда сила действует на тело и тело перемещается в направлении силы. Зависит от **силы** F и **пути** s .
 2. Работу измеряют в **джоулях (Дж)**. $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н}\cdot\text{м}$.
 3. $A = F \cdot s = 800 \text{ Н} \cdot 50 \text{ м} = \mathbf{40\,000 \text{ Дж} = 40 \text{ кДж}}$.
 4. Сила равна весу мешка: $F = 300 \text{ Н}$. $A = F \cdot s = 300 \text{ Н} \cdot 2,5 \text{ м} = \mathbf{750 \text{ Дж}}$.
 5. $F = m \cdot g = 40 \cdot 9,8 = 392 \text{ Н}$. $A = F \cdot h = 392 \cdot 6 = \mathbf{2352 \text{ Дж} \approx 2,35 \text{ кДж}}$.
 6. $A = -F \cdot s = -12 \text{ Н} \cdot 25 \text{ м} = \mathbf{-300 \text{ Дж}}$. Знак **отрицательный**, так как трение направлено против движения.
 7. $F = A / s = 1000 \text{ Дж} / 20 \text{ м} = \mathbf{50 \text{ Н}}$.
 8. Сила руки направлена **вверх** (держит ведро), а движение — **по горизонтали**. Сила перпендикулярна пути, поэтому работа по подъёму ведра равна **нулю**.
 9. ★ При подъёме: $F = m \cdot g = 250 \cdot 9,8 = 2450 \text{ Н}$; $A = F \cdot h = 2450 \cdot 12 = \mathbf{29\,400 \text{ Дж} \approx 29,4 \text{ кДж}}$. При удержании груз не движется ($s = 0$), поэтому $A = \mathbf{0 \text{ Дж}}$. Разница в том, что работа совершается только при перемещении: пока груз поднимается — работа есть, пока висит неподвижно — механической работы нет.
-

Урок 32. Мощность

1. Мощность показывает, **как быстро** совершается работа (работа за единицу времени). Работа — это сколько сделано, мощность — насколько быстро.

2. В **ваттах (Вт)**. $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$.
 3. $N = A / t = 90\,000 / 45 = \mathbf{2000 \text{ Вт} = 2 \text{ кВт}}$.
 4. $t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$. $A = N \cdot t = 800 \cdot 300 = \mathbf{240\,000 \text{ Дж} = 240 \text{ кДж}}$.
 5. $t = A / N = 18\,000 / 600 = \mathbf{30 \text{ с}}$.
 6. $A = F \cdot h = 5000 \cdot 20 = 100\,000 \text{ Дж}$. $N = A / t = 100\,000 / 10 = \mathbf{10\,000 \text{ Вт} = 10 \text{ кВт}}$.
 7. Работа одинаковая, а время у первого вдвое меньше. $N = A/t$, значит у **первого** насоса мощность в **2 раза** больше.
 8. $t = 3 \text{ мин} = 180 \text{ с}$. $A = N \cdot t = 2000 \cdot 180 = \mathbf{360\,000 \text{ Дж} = 360 \text{ кДж}}$.
 9. ★ $F = m \cdot g = 70 \cdot 9,8 = 686 \text{ Н}$. $A = F \cdot h = 686 \cdot 6 = \mathbf{4116 \text{ Дж}}$. $N = A/t = 4116 / 8 = \mathbf{514,5 \text{ Вт}}$. В лошадиных силах: $514,5 / 735 \approx \mathbf{0,7 \text{ л. с.}}$
-

Урок 33. Простые механизмы. Рычаг и момент силы

1. Рычаг — твёрдое тело, вращающееся вокруг точки опоры. Точка опоры — неподвижная ось вращения. Примеры: ножницы, лом, качели, гвоздодёр, весы (любые два).
 2. Плечо силы — кратчайшее расстояние от **точки опоры** до линии действия силы.
 3. Рычаг в равновесии, когда $\mathbf{F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2}$ (произведения сил на их плечи равны).
 4. $F_2 = F_1 \cdot l_1 / l_2 = 30 \cdot 0,4 / 0,2 = \mathbf{60 \text{ Н}}$.
 5. $F_2 = F_1 \cdot l_1 / l_2 = 500 \cdot 0,3 / 0,5 = \mathbf{300 \text{ Н}}$.
 6. $M = F \cdot l = 80 \cdot 0,25 = \mathbf{20 \text{ Н} \cdot \text{м}}$.
 7. $l = M / F = 18 / 60 = \mathbf{0,3 \text{ м}}$.
 8. Плечо силы отсчитывают от петель. Чем дальше ручка от петель, тем **длиннее плечо**, тем меньшая сила нужна, чтобы повернуть дверь.
 9. ★ $l_2 = F_1 \cdot l_1 / F_2 = 1200 \cdot 0,15 / 200 = 180 / 200 = \mathbf{0,9 \text{ м}}$. Выигрыш в силе = $1200 / 200 = \mathbf{в 6 \text{ раз}}$.
-

Урок 34. Блоки. «Золотое правило» механики

1. Блок — колесо с желобком, через которое перекинута верёвка.
Неподвижный закреплён на месте (ось не движется), **подвижный** прикреплён к грузу и движется вместе с ним.
2. Неподвижный блок выигрыша в силе **не даёт** ($F = P$). Применяют, чтобы **изменить направление** силы (тянуть вниз, а не вверх).
3. Подвижный блок даёт выигрыш в силе **в 2 раза**.
4. Во сколько раз выигрываем в силе, во столько раз проигрываем в пути; **выигрыша в работе нет**.
5. $F = P/2 = 900/2 = 450 \text{ Н}$.
6. $F = P = 250 \text{ Н}$ (неподвижный блок не меняет величину силы).
7. $s = 2 \cdot h = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ м}$.
8. Без блока: $A = 300 \cdot 1 = 300 \text{ Дж}$. С блоком: $F = 150 \text{ Н}$, $s = 2 \text{ м}$, $A = 150 \cdot 2 = 300 \text{ Дж}$. Работы **равны**.
9. ★ Подвижный блок уменьшает силу вдвое, но во столько же раз увеличивает путь. Работа $A = F \cdot s$: сила в 2 раза меньше, путь в 2 раза больше — произведение не меняется. Поэтому выигрыша в работе нет (это и есть «золотое правило»).

Урок 35. Коэффициент полезного действия (КПД)


1. Полезная работа — по достижению цели (подъём груза). Полная — **вся** совершённая работа, включая трение и подъём самого механизма; она **больше** полезной.
2. $\eta = (A_{\text{полезн}} / A_{\text{затрач}}) \cdot 100\%$. $A_{\text{полезн}}$ — полезная работа (Дж), $A_{\text{затрач}}$ — затраченная (Дж), η — КПД (%).

3. Потому что **трение есть всегда** и механизм имеет вес — часть работы уходит на это, а не на полезное дело.
 4. $\eta = (400/500) \cdot 100\% = \mathbf{80\%}$.
 5. $A_{\text{затрач}} = 240 \cdot 100 / 80 = \mathbf{300 \text{ Дж}}$.
 6. $A_{\text{полезн}} = 200 \cdot 0,9 = 180 \text{ Дж}$. $A_{\text{затрач}} = 70 \cdot 3 = 210 \text{ Дж}$. $\eta = (180/210) \cdot 100\% \approx \mathbf{85,7\%}$.
 7. $\eta = (650/1000) \cdot 100\% = \mathbf{65\%}$. Потери = $1000 - 650 = \mathbf{350 \text{ Дж}}$.
 8. **Нет**. В реальности всегда есть трение и вес механизма, поэтому часть работы теряется и $\eta < 100\%$.
 9. ★ $P = 80 \cdot 9,8 = 784 \text{ Н}$. $A_{\text{полезн}} = P \cdot h = 784 \cdot 1,5 = \mathbf{1176 \text{ Дж}}$. $A_{\text{затрач}} = F \cdot l = 280 \cdot 5 = \mathbf{1400 \text{ Дж}}$. $\eta = (1176/1400) \cdot 100\% = \mathbf{84\%}$. Потери = $1400 - 1176 = \mathbf{224 \text{ Дж}}$.
-

Урок 36. Энергия. Итоговое повторение

1. $E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h = 15 \cdot 9,8 \cdot 2 = \mathbf{294 \text{ Дж}}$.
2. $v = s / t = 40 / 10 = \mathbf{4 \text{ м/с}}$.
3. $\rho = m / V = 240 \text{ г} / 30 \text{ см}^3 = \mathbf{8 \text{ г/см}^3} = \mathbf{8000 \text{ кг/м}^3}$. Это примерно **железо/сталь**.
4. Силы в одну сторону складываются: $R = 12 + 8 = \mathbf{20 \text{ Н}}$ (в ту же сторону).
5. $F = p \cdot S = 4000 \cdot 0,002 = \mathbf{8 \text{ Н}}$.
6. $F_A = \rho \cdot g \cdot V = 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,003 = \mathbf{29,4 \text{ Н}}$.
7. $A = F \cdot s = 250 \cdot 8 = \mathbf{2000 \text{ Дж}} = \mathbf{2 \text{ кДж}}$.
8. $t = 60 \text{ с}$. $N = A / t = 90\,000 / 60 = \mathbf{1500 \text{ Вт}} = \mathbf{1,5 \text{ кВт}}$.
9. $F_2 = F_1 \cdot l_1 / l_2 = 60 \cdot 0,5 / 0,3 = 30 / 0,3 = \mathbf{100 \text{ Н}}$.
10. $F = P/2 = 700/2 = \mathbf{350 \text{ Н}}$. Верёвку вытянут на $s = 2 \cdot h = 2 \cdot 2 = \mathbf{4 \text{ м}}$.
11. $\eta = (360/450) \cdot 100\% = \mathbf{80\%}$.
12. ★ $P = m \cdot g = 4 \cdot 9,8 = 39,2 \text{ Н}$. а) $A_{\text{полезн}} = P \cdot h = 39,2 \cdot 0,8 = \mathbf{31,36 \text{ Дж}}$. б) $A_{\text{затрач}} = F \cdot l = 18 \cdot 2,5 = \mathbf{45 \text{ Дж}}$. в) $\eta = (31,36/45) \cdot 100\% \approx \mathbf{69,7\%}$. г) $E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h$

= $39,2 \cdot 0,8 = 31,36$ Дж (равна полезной работе подъёма — энергия запасена в поднятой тележке).

 **Поздравляю! Ты прошёл весь курс физики 7 класса.** Теперь ты знаешь, почему падает яблоко, плавает корабль, работает рычаг и куда девается энергия. Физика — это не формулы в учебнике, а инструкция к устройству всего мира. Держи её под рукой!