

Семинар по школьной олимпиадной физике

ОЛИМПИАДНАЯ ФИЗИКА 7 КЛАСС



Организатор: Анатолий Найдин



г. Томск, ТФТЛ

2024

Занятие 1. Что, как и зачем изучает физика.

I. Знакомство. Олимпиадное движение. Кто определился, поставит плюс. Фото.

II. Физика – наука о природе. Физика - это фундамент, на котором строятся все естественные и прикладные науки. Каждая наука имеет свой физический раздел: астрофизика, геофизика, физическая химия, биофизика, агрофизика, металлофизика и т.д.

Изменения в природе – явления. **Физика изучает только физические явления: механические** (демонстрация колебаний пружинного маятника); **тепловые** (тепловое расширение жидкости в термометре); **электромагнитные** (демонстрация искрового разряда, демонстрация притяжения магнитом куска железа, демонстрация возникновения индукционного тока в катушке); **световые** (демонстрация фотолюминесценции). Предметом изучения физики являются и **физические объекты** (то, с чем происходит явление): пружинный маятник, лампа накаливания, жидкость, газ, человек (физика человека).

Как изучает физика явления (на примере колебаний нитяного маятника)?

1. Наблюдения (пассивность наблюдений).

2. Эксперименты (построение экспериментальной установки).

3. Свойства объекта (физическая величина).

На примере нашего младшего брата – обезьяны показать, как человек изучает свойства объекта (вкусный – невкусный, съедобный - несъедобный и т.д.). Применение свойств объекта в технике и быту. Свойства нитяного маятника: **периодичность (T), амплитуда колебаний (A), длина (l), масса (m)**. Измерение длины нитяного маятника (25 см) и его периода колебаний.

Можно ли вкус, запах или, например, ум назвать физической величиной?

Физической величиной называют измеримое свойство физического объекта или происходящего с ним процесса. Измерить какое-либо свойство, это сравнить его с однородным свойством, принятым за единицу. **Измерительный прибор – линейка.** Абсолютная и относительная погрешность при измерении линейкой.

Какая из линеек дает меньшую относительную погрешность (точнее)? $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_{np}}$.

Что показывает относительная погрешность? **При умножении и делении относительные погрешности складываются!**

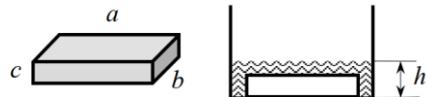
III. Задачи (блиц):

1. При строительстве дома уложили железобетонную плиту длиной 5,8 м и шириной 1,8 м. Определите площадь, которую заняла эта плита. Значащие цифры. Если в формуле есть элемент, известный наименее точно - он всё испортит! $10,4 \text{ м}^2$
2. В любом цирке мира диаметр арены равен 13 м. Какую площадь в цирке занимает арена? 133 м^2
3. Какой минимальный объем занимала бы емкость с ковидом, если известно, что в мире одновременно болеют им 20 миллионов людей, а средняя вирусная нагрузка составляет 10 миллиардов вирусных частиц на человека? Частицу вируса SARS-CoV-2 для простоты расчетов можно считать кубом с ребром 100 нм. $0,2 \text{ л}$

Олимпиада:

1. В Афинах до наших дней сохранился древний стадион Панатинаикос. Его ширина равна 1 плетр, а длина на 6 плетров больше. Найти площадь стадиона в квадратных метрах, если один плетр равен 32 метрам. 7168 м^2

2. Представляет собой участок в форме квадрата периметром 6000 саженей. Известно, что 1 сажень = 3 аршина, а 1 аршин = 71,12 см. Выразите площадь участка в квадратных километрах. Ответ округлите до десятых долей. $10,2 \text{ км}^2$
3. Сплошной прямоугольный брусок с размерами $a \times b \times c = 10 \times 5 \times 3 \text{ см}^3$ лежит на дне прямоугольного сосуда с водой на самой большой по площади грани. При этом высота уровня воды в сосуде составляет $h_1 = 4 \text{ см}$. Если брусок поставить на среднюю по площади грань, то высота уровня воды в сосуде станет равной $h_2 = 3 \text{ см}$. Найти высоту уровня воды в сосуде h_3 , если кирпич поставить на самую маленькую грань. 2 см



IV. Вопросы (блиц):

1. Гриша положил мороженое в карман. Оно там растаяло и утекло в штаны. Какие физические явления произошли?
2. На двух полках 25 книг. На одной из них на 3 книги больше, чем на другой. Сколько книг на каждой полке? 11; 14.
3. Назовите явления, которые наблюдаются при ударе молнии.
4. Какие закономерности вы уже подметили в природе? Учитывайте ли вы эти закономерности в повседневной жизни?
5. Пятачку на день рождения подарили несколько разноцветных шариков, из них 45% - красные. Пятачок отдал один синий и один зеленый шарик ослику Иа-Иа. Теперь у Пятачка ровно половина шариков - красные. Сколько всего шариков ему подарили на день рождения? 20. $K_p = 9$
6. Длину прямоугольника увеличили на 40%, а ширину уменьшили на 40%. На сколько процентов изменилась площадь прямоугольника? Уменьш. На 16%

Разное.

1. Переведите в СИ 300 г/л. 300 кг/м^3
2. Определите площадь пикселя экрана персонального компьютера при высоте экрана 386,0 мм, ширине 290,0 мм и количестве пикселей 800 x 600. Все в мм. $0,2 \text{ мм}^2$
3. Средний расход топлива автомобиля марки «Лада Веста» составляет 7 л на 100 км. Автомобиль марки «Chevrolet Lacetti», проезжая 31,8 мили, в среднем расходует 1 галлон топлива. Учитывая, что 1 галлон $\approx 3,8$ литра, а 1 миля $\approx 1,6$ км, определите, у какого автомобиля средний расход топлива больше и во сколько раз.

Олимпиада:

1. Механические часы показывают 9 часов 24 минуты. Какой угол в этот момент составляют между собой часовая стрелка и минутная стрелка? 138
2. Школьники побывали в музее-усадьбе Л.Н. Толстого «Ясная поляна» и возвращались в Рязань на автобусах, которые ехали со скоростью 70 км/ч. Пошел дождь, и водители снизили скорость до 60 км/ч. Когда дождь закончился, до Рязани оставалось проехать 40 км. Автобусы поехали со скоростью 75 км/ч и приехали в Рязань в точно запланированное время. Сколько времени шел дождь? 16 мин

Занятие 2. Законы

I. Вопросы (блиц):

1. В XVII веке природу стали не просто наблюдать, а изучать! Как это понимать?
2. Если разделить метр на две части так, чтобы разность между ними составляла 14 см, то чему будет равна меньшая часть? 43 см
3. Длину прямоугольного земельного участка увеличили на 50%, а ширину уменьшили на 10%. Как изменилась площадь участка? Увеличилась в 1,35 раза
4. Два карандаша и ластик стоят столько же, сколько один карандаш и четыре ластика. Во сколько раз карандаш дороже ластика? 3
5. Кирпич весит фунт и полкирпича. Сколько весит целый кирпич в килограммах? 0,9 кг
6. В медицинской карточке ученика сделаны следующие записи: рост – 146 см, масса – 38 кг. Какие ошибки допущены в записи с точки зрения физики?
7. С какой точностью надо измерить сторону квадрата, чтобы определить его площадь с точностью не ниже 1%? 0,5%
8. Петр Петрович надел новые штаны и сел на только что окрашенную табуретку. На штанах получилось квадратное пятно со стороной 40 см. Сколько грамм краски пропало зря, если её расход составляет 1 кг на 10 м^2 ? 16 г
9. Когда из кастрюли с компотом достали 10 брошенных туда Машей одинаковых кубиков, объём компота уменьшился на 2,16 литра. Какого размера были кубики? 6 см

II. Задачи (блиц):

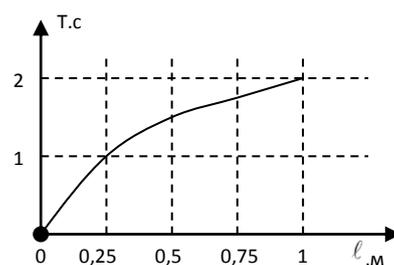
1. Высота гранитной колонны равна 4 м с погрешностью 1%. Основание колонны – прямоугольник со сторонами 50 ± 2 см и 60 ± 3 см. Определите объём колонны.
2. В старинных мерах длины внутренний диаметр русской винтовки равен трем линиям. Известно, что в 1 м содержится 3,28 фута. В 1 футе – 12 дюймов, в одном дюйме – 10 линий. Выразите в миллиметрах диаметр ствола русской винтовки. 7,62 мм
3. Однажды известный ученый Глюк, проживающий в городе А, получил приглашение на научную конференцию в городе В. Глюк вылетел из города в 7.00 и приземлился в городе В в 15.35. На обратном пути вылет самолета Глюка из города В произошел в 6.45, приземление в городе А в 7.20. Самолет летит туда и обратно одинаковое время. Вылет и прилет указаны по местному времени. На сколько часов отличается местное время в городах А и В? Как долго самолет летит из одного города в другой? 4. и 4.35.

III. Существуют ли связи между величинами?

Проверить и установить зависимость $T = T(l)$, изменяя длину маятника в два раза. Последнюю зависимость можно выразить в виде графика или приблизительной формулой $T \approx 2\sqrt{l}$. Все три закона нитяного маятника установлены Галилеем в возрасте 20 лет!

Связь между величинами, выраженная математически в виде таблицы, графика или

$l, \text{ м}$	0	0,25	0,5	0,75	1
$T, \text{ с}$	0	1	1,4	1,7	2



формулы, называется физическим законом.

Физические законы.

Ключ к пониманию будущего - **фундаментальные законы природы.**

Практические применения.

IV. Лабораторная работа: «Установление зависимости периода колебаний нитяного маятника от амплитуды колебаний».

Величина	A ₁ , мм	T ₁ , с	A ₂ , мм	T ₂ , с
Измерение	50		100	
Абсолютная погрешность				

Олимпиада.

Задачи:

1. По стволу дерева от его вершины до земли одновременно поползли две гусеницы — зелёная и серая. Спустившись до земли, они тут же отправились обратно. Зелёная гусеница ползла в оба конца с одной и той же скоростью 6 см/мин. Серая гусеница, хотя и поднималась вдвое быстрее зелёной, но зато спускалась вдвое медленнее.

- Сколько времени спускалась зелёная гусеница, если высота дерева составляет 6.3 м? Ответ: 6300 с или 210 мин
- На каком расстоянии от земли встретились гусеницы, двигаясь навстречу друг другу? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целых. Ответ: 210
- Какая из гусениц раньше приползла обратно к вершине дерева? Зелёная
- С какой скоростью должна была бы спускаться серая гусеница, чтобы приползти одновременно с зелёной гусеницей? Ответ выразите в см/мин. 4,5

2. На дно пустого цилиндрического сосуда поставили деревянный куб с длиной ребра 10 см и стали наливать воду до полного заполнения сосуда. После того, как 80% объема куба оказались под водой, куб начал плавать. Нарисуйте график зависимости уровня воды в сосуде (в сантиметрах) от объема налитой воды (в литрах). Площадь дна сосуда равна 200 см², высота 12 см.

V. Вопросы (блиц):

1. Движение автомобиля – сложное явление, представляет собой сумму различных явлений. Каких?
2. Какие источники физического знания вам известны?
3. Какова связь между нитяным маятником и часами?
4. Верите ли вы в чудеса и что такое чудо?
5. Что не войдёт в самую большую кастрюлю?
6. Старший брат семиклассника Пети решил проверить его физическую смекалку.

Он показал ему формулу $\lambda = \frac{1}{1,41 \cdot \pi \cdot n \cdot d^2}$, в которой d измеряется в метрах, n - в

1/м³, а π – безразмерная величина. В каких единицах измеряется λ? метр

Разное

1. Два маяка на морском побережье находятся на расстоянии L = 15 км. Катер движется по прямой с постоянной скоростью. В момент времени t₁ = 12 часов 15 минут он оказывается на наименьшем расстоянии L₁ = 6 км от первого

маяка, а в момент $t_2 = 12$ часов 25 минут – на наименьшем расстоянии $L_2 = 4$ км от второго. Определите скорость катера. 67 км/ч

Олимпиада.

1. Англичане известны своей консервативностью, поэтому в Англии популярны старинные единицы измерения. Известно, что 1 акр равен 4 рудам, 1 руд равен 40 квадратным родам, 1 род равен 5,5 ярдам, 1 ярд равен 3 футам, 1 фут равен 12 дюймам, наконец, 1 дюйм равен 2.54 см. Также известно, что размеры футбольного поля на стадионе Уэмбли равны $105 \text{ м} \times 69 \text{ м}$. Выразите площадь стадиона в акрах. 1,79 акр

2. «– Дай ей пять кнатов, – сонно произнёс Хагрид.

– Кнатов?

– Маленьких бронзовых монеток.

Гарри отсчитал пять бронзовых монеток, и сова вытянула лапу, к которой был привязан кожаный мешочек. А затем вылетела в открытое окно.»

Дж. К. Роулинг.

Приблизительная стоимость галлеона составляет 5 английских фунтов стерлингов. 1 фунт стерлингов в день обращения Гарри в банк стоил 69,1 российских рублей. 1 сикль = 29 кнатов; 1 галлеон = 17 сиклей. Сколько денег в пересчёте на российские рубли отдал Гарри сове? Сколько российских рублей стоит волшебная палочка Гарри, если он её купил за 7 галлеонов?

3. Японская система мер и весов называется Сякканхó. Она возникла при китайской династии Шан в XIII веке до н.э. и впоследствии получила своё развитие в Японии. В Сякканхо 1 Бу равен 3 мм. В 1 Тё содержится 60 Кэн и это равно 109 метрам. 1 Цубо приблизительно равен 1 квадратному Кэн (Кэн²). Чему равен 1 Цубо в системе СИ? Ответ округлите до десятых долей.

Сколько Цубо содержится в 1 квадратном Тё (Тё²)?

Сколько квадратных Бу (Бу²) содержится в 1 квадратном Тё (Тё²).

Занятие 3. Строение вещества

I. Вопросы (блиц):

1. Какою длину будет иметь маятник с периодом колебаний один час? 3240 км

2. Длину прямоугольника увеличили на 40%, а ширину уменьшили на 40%. На сколько процентов изменилась площадь прямоугольника? Уменьшилась на 16%

3. Доклад биологов на секции биологии в МАН, был посвящен наблюдению, подтвержденному большим числом замеров: окружность любого муравейника примерно втрое больше его диаметра. Почему это так?

4. Рулеткой с ценой деления 1 см измерили длину портфеля. Она оказалась равной 55 см. Запишите длину портфеля с учетом погрешности измерения.

5. С какой точностью надо измерить сторону квадрата, чтобы определить его площадь с точностью не ниже 1%? 0,5%

6. Международная космическая станция летает на высоте 300 км над поверхностью Земли. Хватит ли количества кубиков объемом в 1 мм^3 , содержащихся в 1 м^3 , чтобы сложить из них башню такой высоты? хватит

II. Задачи (блиц):

1. В Древней Руси для измерения роста человека использовали такие единицы измерения, как локоть, пядь, аршин, вершок. В одном аршине 16 вершков, в одном локте 10 вершков, одна пядь – четверть аршина. Три богатыря решили измерить свой рост. Оказалось, что рост Ильи Муромца составляет 2 аршина и 1 локоть, а Добрыни Никитича – 4 локтя и 1 пядь. Рост Алёши Поповича составляет 2 аршина, 2 пяди и 3 вершка. Расположите богатырей по росту. ДАМ
2. В древнем Риме было несколько единиц измерения объема, такие как секстарий, киафа, урна и амфора. Известно, что 12 киафов составляют 1 секстарий, одна урна равна половине амфоры, а в 1 урне 288 киафов. Определите, что больше по объёму: 3 амфоры или 150 секстариев? $1728 < 1800$
3. Школьник взял длинную однородную веревку и отрезал от нее кусок массой 3,5 кг. Этот кусок оказался на 4,2 м длиннее, чем остаток. Чему равнялась длина всей веревки до разрезания, если ее полная масса была равна 5 кг? 10,5 м

III. Физика не только изучает свойства объектов и устанавливает законы, но и стремится объяснить, почему явление протекает так, а не иначе. Почему газы легко сжимаемы, а твердые тела и жидкости - с большим трудом. Почему стекло хрупкое, а медь пластична? Для того чтобы объяснить свойства объектов, надо знать строение вещества. **Что такое вещество?**

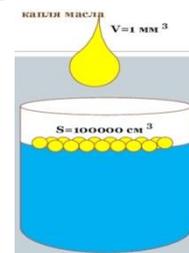
Материя – все то, что существует независимо от нашего сознания и дано нам в ощущениях. Два вида материи – **вещество и излучение**.

Вещество – вид материи, имеющей массу.

Излучение (свет, радиоволны) не имеет массы, распространяется со скоростью света, излучается веществом и поглощается веществом.

Вещество состоит из отдельных частиц, между которыми есть промежутки (гипотеза). При нагревании увеличиваются промежутки между частицами вещества! **Молекула – мельчайшая частица вещества.**

Размеры молекул (опыт с растеканием капли масла объемом 1 мм^3 по поверхности воды и образование пленки площадью 3 м^2).



Молекулы одного и того же вещества **тождественны**. Тогда до каких пор можно делить вещество, например, воду? А можно ли разделить молекулу? Да! Но это уже будет не вода! А что? Атомы водорода и кислорода! А до каких пор можно делить железо? До одного атома?! Элементы. 118 элементов. Все атомы одного элемента одинаковы. Каждый элемент имеет свои характерные свойства. Элемент уже нельзя разделить на более простые составляющие. Во время химической реакции атомы элементов объединяются, образуя новые молекулы вещества, называемого **химическим соединением**. Возможные комбинации атомов (достигло пять миллионов): H_2O , O_2 , H_2 , HCl , H_2SO_4 . **Молекулы состоят из атомов! Атомы уже нельзя разделить!**

Вещество не только состоит из молекул и атомов, но эти молекулы еще и движутся. **Диффузия** (лат. diffusio — распространение, растекание, рассеивание) – явление самопроизвольного проникновения веществ друг в друга.

Явление диффузии можно объяснить лишь в том случае, если считать, что:

- Все вещества состоят из частиц.
- Между частицами имеются промежутки.
- Частицы вещества находятся в постоянном движении.

Молекулы вещества находятся в непрерывном хаотическом движении.

Чем больше температура вещества, тем больше скорость движения его молекул. Температура — непосредственная мера энергии движения.

Молекулы вещества взаимодействуют друг с другом.

IV. Задачи (блиц):

1. В озеро попала капелька масла массой $m = 0,1$ мг и покрыла поверхность воды сплошной пленкой толщиной в один молекулярный слой. Плотность масла $\rho = 900$ кг/м³, диаметр молекулы масла $d = 2$ нм. Оцените площадь S масляной пленки на поверхности воды. Ответ: 500 см²
2. Биологи подсчитали, что на корне пшеничного стебля имеется 10000000 волосков. Какова общая длина этих волосков и площадь поперечного сечения волоска, если средняя длина его равна 2 мм, а общий объем их составляет 1,5 см³? 20 км, 75 мкм².
3. В теле человека приблизительно 5 л крови. Известно, что в 1 мм³ крови содержится 5000000 кровяных шариков. Какой длины получился бы ряд, если бы все кровяные шарики человека положить вплотную друг к другу? Диаметр кровяного шарика 0,000007 м. 175000 км

V. Олимпиада:

1. Количество краски достаточно, чтобы покрасить 100 одинаковых кубических баков. Сколько баков большего размера, с увеличенной в 5 раз длиной ребра, можно покрасить данным количеством краски? Во сколько раз отличается общий вес больших баков от веса 100 баков меньшего размера, если все баки изготовлены из одного металла, но стенки больших баков вдвое толще? 4. в 2 раз
2. По двухполосной дороге едет легковой автомобиль длиной 4,4 м со скоростью 108 км/ч. Его догоняет мотоцикл длиной 2 м,двигающийся со скоростью 32 м/с. Когда между мотоциклом и автомобилем остается 2 м, мотоциклист начинает обгон. После обгона расстояние между крылом мотоцикла и передним бампером автомобиля 4 м. Считая движение автомобиля и мотоцикла равномерным, найдите время обгона. Какое расстояние проедет автомобиль за время обгона? Какое расстояние проедет мотоцикл за время обгона? 6,2 с, 186 м
3. Пройдя $\frac{3}{8}$ длины моста, Ослик заметил, что сзади к нему стремительно на скорости 60 км/ч приближается автомобиль. Если Ослик побежит назад, то встретится с автомобилем ровно в начале моста, а если вперед, то автомобиль нагонит Ослика в конце моста. С какой скоростью бежит Ослик? 15 км/ч

Вопросы:

1. Как можно измерить массу одной молекулы?
2. На сколько человек самый щедрый ученик может разделить одну шоколадку?
3. Какие опыты и рассуждения доказывают, что все молекулы воды тождественны друг другу?
4. Как определить наибольшую длину следа, которой может оставить на бумаге шариковая ручка.
5. С течением времени песочные часы начинают отмерять отрезок времени неверно. Часы начинают «спешить» или «отставать»? Почему?
6. Если в свинцовую сферу налить воды, запаять ее и после этого сжать под прессом, то через некоторое время на её поверхности проступят капельки воды. Почему?

Разное

1. Капля оливкового масла объемом 1 мм^3 растеклась по поверхности воды, причем максимальная площадь пленки $0,6 \text{ м}^2$. Чему равен диаметр молекулы масла? $1,6 \cdot 10^{-9} \text{ м}$
4. В теле человека приблизительно 5 л крови. Известно, что в 1 мм^3 крови содержится 5000000 кровяных шариков. Какой длины получился бы ряд, если бы все кровяные шарики человека положить вплотную друг к другу? Диаметр кровяного шарика $0,000007 \text{ м}$. 175000 км

Олимпиада:

1. Китайскому крестьянину нужно построить плот. Крестьянин знает, что хороший плот получается из 40 цельных стволов бамбука, каждый длиной 100 чи (1 чи = 30,12 см). Беда в том, что весь бамбук в округе вырубили. Сколько времени придется ждать, пока он не вырастет заново, если 1 растение бамбука за сутки вырастает на 75,3 см, а таких растений в округе 60? 40 дней
2. Школьники Витя и Юра плавают в бассейне на соседних дорожках (длина бассейна 25 м). Они стартуют одновременно с одной стороны бассейна и затем плывут каждый со своей скоростью. Витя преодолевает дистанцию 800 м за 13 мин 20 с, а Юра – дистанцию 1500 м за 23 мин 20 с. Сколько раз во время заплыва ребята проплывали мимо друг друга? Момент старта не учитывайте. 32 + 2 = 34

Занятие 4. Равномерное прямолинейное движение

I. Вопросы (блиц):

1. Существует ли разница между понятиями "материя" и "вещество"?
2. Когда скворцы сели по одному на дерево, то одному скворцу нехватило дерева. А когда на каждое дерево сели по два скворца, то одно дерево осталось свободным. Сколько было скворцов? $D=3, C=4$.
3. Длина столбика ртути в трубке комнатного термометра увеличилась. Увеличилось ли при этом число молекул ртути? Изменился ли объем каждой молекулы ртути в термометре?
4. Охотник прошёл 1 км строго на север, затем 1 км строго на восток и 1 км строго на юг. В итоге он оказался в исходной точке. Может ли он встретить там медведя? Нет
5. Два поезда движутся друг навстречу другу по параллельным путям с одинаковыми скоростями 60 км/ч. Пассажир, сидящий в одном из поездов, заметил, что встречный поезд шел мимо него в течение 6 с. Какова длина встречного поезда? 200 м
6. По кольцевой линии курсируют с одинаковой скоростью и равными интервалами движения 12 трамваев. Сколько трамваев нужно добавить, чтобы при той же скорости интервалы между трамваями уменьшились на одну пятую? 3
7. Если у вас имеется два неградуированных термометра, то, как определить, который из них нагрет больше?
8. Почему газ оказывает давление на стенки сосуда, в котором он находится?
9. Чем отличалось бы движение данной молекулы в воздухе от ее движения в

вакууме?

II. Задачи (блиц):

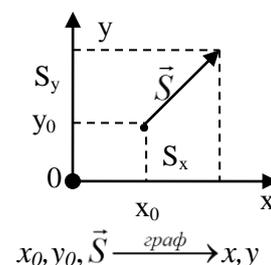
1. В Охотском море, у берегов Западной Камчатки, обитают «королевские» крабы. Согласно оценкам специалистов, стадо крабов кочует в пределах участка дна площадью примерно 100 квадратных миль (этот участок называют ареалом обитания крабов). При этом средняя скорость миграции камчатского краба равна 0,03 мили/мин. Зная, что 1 миля = 1,852 км, выразите в СИ площадь ареала обитания крабов и скорость миграции крабов. $342 \text{ км}^2, 3,3 \text{ км/ч}$
2. Пройдя половину маршрута, турист увеличил скорость на 25% и поэтому прибыл в пункт назначения на полчаса раньше срока. Сколько времени потребовалось туристу на прохождение маршрута? 5 ч

III. Механическое движение – изменение положения тела относительно других тел в пространстве с течением времени. Основная задача механики – определить положение тела в любой момент времени. **Система координат. Трехмерная, двумерная и одномерная система координат. Система отсчета** – система координат и часы для измерения промежутков времени.

5. **Траектория** – большое количество точек в данной системе отсчета, через которые прошло тело.

6. **Путь (S)** – длина траектории между ее началом и концом. Как измерить путь?

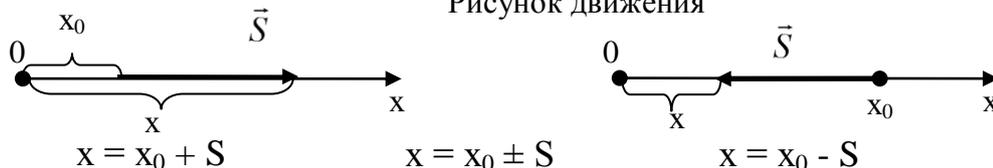
7. **Перемещение (\vec{S})** – свойство движущегося тела изменять свое положение в пространстве, измеряемое длиной отрезка, соединяющего начальное и конечное положение тела.



Перемещение - это сколько и куда, а путь – только сколько!

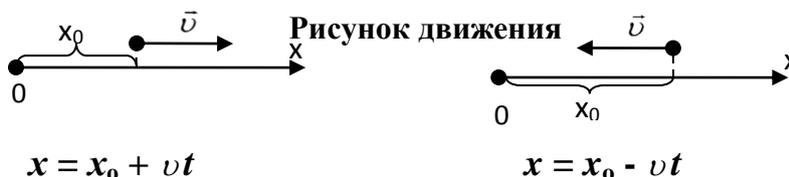
Прямолинейное движение:

Рисунок движения



Закон равномерного прямолинейного движения: $\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}$ - закон или $\vec{S} = \vec{v}t$.

Как записать уравнение равномерного движения, если задан модуль скорости тела и ее направление?



Задача. На расстоянии 200 м охотничья собака заметила зайца. Через какое время и в какой точке траектории она догонит его, если заяц убегает со скоростью 36 км/ч, а собака догоняет его со скоростью 54 км/ч? 40 с, 600 м

IV. Задачи (блиц):

1. Водитель автомобиля должен попасть через 30 минут на железнодорожный

вокзал, чтобы успеть к прибытию поезда. В течение 10 мин он равномерно движется со скоростью 70 км/ч, а затем 10 мин стоит перед железнодорожным переездом? С какой скоростью он должен продолжить движение, чтобы успеть к прибытию поезда, если протяженность дороги 25 км? 80 км/ч

2. Винни-Пух доходит от своего домика до домика Пятачка за время $t_1 = 15$ мин, а Пятачок доходит до домика Винни-Пуха за время $t_2 = 30$ мин. Винни-Пух и Пятачок одновременно вышли в гости друг к другу. Через какое время они встретятся? 10 мин

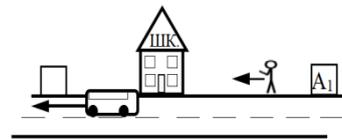
Олимпиада:

1. Сначала Катя ходила в школу пешком, а возвращалась автобусом. Вся дорога занимала $3/4$ часа. Потом она стала ездить на автобусе туда и обратно. В этом случае вся дорога занимала 18 минут. Теперь Катя ходит пешком и в школу, и из школы — так полезнее! Сколько времени занимает ее дорога? 1,2 ч

2. Между деревнями А и Б ходит автобус. Время движения по расписанию составляет 1 час 6 минут. Однажды на середине пути автобус остановился, чтобы посадить группу туристов, и, чтобы прибыть точно по расписанию, водитель после этого увеличил скорость автобуса на 10%. Сколько времени длилась остановка, когда в автобус садились туристы? ТОСТ = 3 мин



3. Школа находится между двумя автобусными остановками A_1 и A_2 . Школьник заметил, что на какой бы остановке он ни выходил, он всегда приходит в школу в одно и то же время. Найти, во сколько раз расстояние от первой остановки до школы больше расстояния от второй остановки до школы. Считать, что скорости автобуса и школьника постоянны и равны $v = 40$ км/ч и $u = 5$ км/ч, соответственно, а автобус ходит строго по расписанию. Временем остановки пренебречь. $l_1/l_2 = 9/7$



Вопросы:

1. В полной темноте, встав с кровати и отправившись в путь босиком, нельзя быть абсолютно уверенным, движешься ли ты в направлении туалета или идешь прямо в шкаф. Почему?
2. Как быстро пройдет мимо вас современный поезд?
3. Почему говорят, что Солнце восходит и заходит?
4. Какую систему отсчета нужно выбрать для описания движения: а) фигур на шахматной доске; б) лифта; в) жука на поверхности стола; г) кузнечика?
5. Легковой автомобиль и трейлер с одинаковой скоростью преодолевают мост. Какое из транспортных средств быстрее его преодолеет?
6. Максимальная скорость суперкара Шевроле Корвет ZR1 равна 205 миль в час, а максимальная скорость Феррари 599 GTO равна 335 км/ч. Какой из автомобилей быстрее и на сколько? 1 миля ≈ 1609 м.
7. Законы погоды легче понять, если взглянуть на Землю из космоса. Почему?

Разное.

1. Бабушка с внуком собрались в магазин. Внук замешкался с велосипедом и вышел из дома, когда бабушка уже прошла 360 м по дороге к магазину. Хотя

внук ехал в три раза быстрее, чем шла бабушка, у магазина они оказались одновременно. Чему равно расстояние от дома до магазина? 540 м

2. Два муравья Вася и Кирилл отправились в гости к Стрекозе. Вася всю дорогу бежал, а Кирилл половину пути ехал на Гусенице, что было в два раза медленнее, чем бежать, а вторую половину пути скакал на Кузнечике, что было в 10 раз быстрее, чем ползти. Кто из муравьев пришел в гости первым, если вышли они одновременно? Вася

Олимпиада:

1. Трактор выехал из села в город. Водитель собирался ехать с постоянной скоростью v и прибыть в город через час. Спустя некоторое время t после начала движения трактористу пришлось сделать незапланированную остановку на железнодорожном переезде. Чтобы успеть в город к намеченному времени, водителю пришлось увеличить скорость трактора до $1,5v$. Через сколько минут после начала движения тракторист сделал остановку, если известно, что он простоял на переезде в течение времени $(1/7) \cdot t$? Ответ дайте в минутах, округлите до целых. Ответ: 42.
2. Во время Великой французской революции декретом конвента было введено «Десятичное время». Сутки от полуночи до полуночи делились на 10 десятичных часов, час на 100 десятичных минут, а минута на 100 десятичных секунд. Таким образом, полночь приходилась на 0:00:00, полдень — на 5:00:00 и т. п. Однажды курьер отправился из Парижа в Версаль, между которыми расстояние 5,2 лье, когда его новые десятичные часы показывали 3:56:78. Доставив важное донесение, он вернулся в Париж в 6:79:40. Определите среднюю скорость $v_{\text{ср}}$ курьера. Ответ выразите в привычных нам км/ч. Примечание: 1 лье равен 4 км.

Занятие 5. График движения.

I. Вопросы (блиц):

1. Почему нельзя складывать скорость пешехода и путь, который он прошел?
2. Ваня и Федя вышли навстречу друг другу с постоянными скоростями. Ваня вышел из деревни Ванино в 10 часов и пришел в деревню Федино в 15 часов. Федя вышел из деревни Федино в 11 часов, и пришел в деревню Ванино в 16 часов. В котором часу они встретились? 13 часов
3. Гусеница ползет по стволу дерева, при этом за день она поднимается на 5 метров, а за ночь опускается на 4 м. За какое время она достигнет отметки «10 метров» от начальной точки подъема? 6 дней
4. Турист проехал автобусом на 80 км больше, чем прошел пешком. Поездом он проехал на 120 км больше, чем автобусом. Какое расстояние он проехал автобусом, если поездом он преодолел в 6 раз большее расстояние, чем пешком? 40 км
5. Известно, что максимальная скорость крейсера «Аврора» равна 19 узлов (морских миль в час; 1 морская миля равна 1852 м). Чемпион мира пробегает 100 метров за 9,58 секунды. Сумеет ли он обогнать «Аврору»? Скорость чемпиона – больше.

6. Когда, в каком направлении и с какой скоростью должен лететь самолет, находясь на экваторе, чтобы Солнце для него стояло все время в зените?
7. От потолка комнаты вертикально вниз по стене поползли две мухи. Спустившись до пола, они поползли обратно. Первая муха ползла в оба конца с одной и той же скоростью, а вторая хотя и поднималась вдвое медленнее первой, но спускалась вдвое быстрее первой. Какая из мух раньше приползет обратно? Первая
8. Два путешественника, Саша и Кирилл, вышли с одинаковыми скоростями навстречу друг другу из городов Александровск и Кирилловск соответственно. Саша вышел на 3 часа раньше, и встретились они на 9 км ближе к Кирилловску. Найдите скорости путешественников. 3 км/ч
9. Винни-Пух идёт в гости к Кролику. Расстояние между домами $L = 5$ км он проходит за время $t = 80$ минут. При этом первую половину времени Винни-Пух идёт со скоростью $v = 5$ км/ч. С какой скоростью он идёт оставшееся время? 2,5 км/ч

II. Задачи (блиц):

1. Велосипедист выехал из города в деревню и проехал две трети пути, двигаясь равномерно со скоростью 15 км/ч. С какой скоростью он должен продолжать движение, чтобы за такое же время доехать до деревни и успеть вернуться? Считать, что велосипедист движется без остановок. 30 км/ч
2. Во время квалификационного заезда необходимо проехать 4 круга со средней скоростью $v_1 = 200$ км/ч. Из-за проблем с покрышками Молния МакКуин проехал первый круг со скоростью $v_2 = 170$ км/ч. С какой скоростью ему нужно проехать оставшиеся три круга? 212,5 км/ч
3. Бассейн наполняется первой трубой за 4 ч. Через 2 ч после открытия первой трубы открыли вторую трубу, через которую весь бассейн может наполниться за 6 ч. За сколько часов был наполнен весь бассейн? 3,2 ч
4. Расстояние от реки до турбазы туристы рассчитывали пройти за 6 ч. Однако после 2 ч пути они уменьшили скорость на 0,5 км/ч и в результате опоздали на турбазу на 30 мин. С какой скоростью шли туристы первоначально? 4,5 км/ч

III. Для большей наглядности движение можно описывать с помощью графиков (международный язык Пример: $x = 2 \text{ м} + 0,1 \text{ м/с} \cdot t$ или $x = 2 + 0,1 \cdot t$ (в Си) - уравнение движения тела. Масштаб: 1 кл. – 10 с; 1 кл. – 1 м.

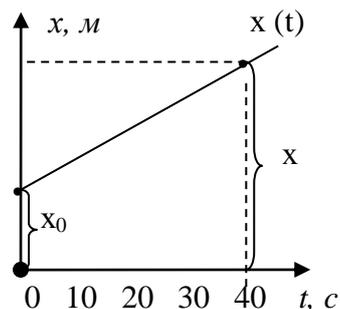
Равномерные прямолинейные движения отличаются начальной координатой, скоростью и направлением скорости!

Что можно определить по графику движения?

- Координату тела в любой момент времени, в том числе и в начальный: $x_0 = 2 \text{ м}$; $t = 30 \text{ с}$, $x = 5 \text{ м}$.
- Перемещение тела: $S = x - x_0 = 3 \text{ м}$.
- Скорость тела: $v = \frac{S}{t} = 0,1 \text{ м/с}$.
- Записать уравнение движения тела: $x = x_0 \pm v \cdot t$.
- Изобразить рисунок движения.

IV. Задачи (блиц):

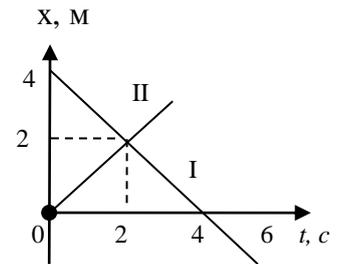
1. Запишите уравнения движения и постройте график



движения точки, движущейся со скоростью 5 м/с в отрицательном направлении оси X, если ее начальная координата 20 м. Изобразите рисунок движения.

2. По графикам движения на рисунке записать уравнения движения и изобразить рисунки движения.

3. В 8 часов утра Гоша выехал из Петербурга в Москву на автобусе, который всю дорогу двигался с постоянной скоростью, равной 50 км/ч. Через 3 часа из Москвы навстречу Гоше выехал Сережа на автомобиле со скоростью 100 км/ч. Известно, что расстояние от Петербурга до Москвы равно 650 км. Кто из ребят в момент встречи будет ближе к Москве? На одинаковом 333 км



Олимпиада.

1. Три бегуна-стайера стартовали из города в А в направлении города В. Из города А они выбежали одновременно. Средняя скорость первого бегуна составила 15 км/ч, второго 10 км/ч. Первый бегун прибыл в город В в 13.00, второй - в 14.00, а третий - в 15.00. Какова была средняя скорость третьего бегуна? 7,5 км/ч

2. Выйдя из дома, папа с дочкой Машей и сыном Ваней бегут к автобусной остановке, расстояние до которой $S = 430$ м. Скорость Вани равна $V = 2$ м/с, скорость Маши $2V$, а скорость папы $4V$. Если папа сажает любого из детей на шею, то его скорость уменьшается до $3V$. Двоих детей одновременно папа нести не может. Через какое минимальное время вся семья сможет оказаться на остановке? Можно считать, что посадка детей на папину шею, а также разгон и торможение происходят быстро. $\ell = 360$ м, 95 с.

3. Школьник обратил внимание, что подъём на эскалаторе в метро, если стоять на нём неподвижно, занимает $t_1 = 90$ с. Если пройти вперёд $n = 10$ ступеней, то подъём займёт $t_2 = 70$ с. Сколько ступеней N успел пройти вперёд школьник за время подъёма эскалатора, если время подъёма составило $t_3 = 30$ с? 30

Вопросы (блиц):

1. С какой скоростью летел космонавт, если расстояние 3 световых года он преодолел за 4 года?

2. Что вам известно о посадочной скорости самолета и скорости отрыва?

3. Если Аня идет в школу пешком, а обратно едет на автобусе, то всего на дорогу она тратит 1,5 часа. Если она едет на автобусе в оба конца, то весь путь у нее занимает 30 минут. Сколько потратит Аня на дорогу, если и в школу и из школы она будет идти пешком?

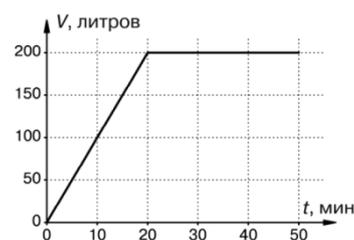
4. Имеются две веревки. Если их поджечь с одного конца, то они сгорают за 1 час каждая. Как с помощью этих веревок отмерить 45 минут?

5. В забеге на 100 м участница А опередила участницу В на 10 м. В следующем забеге участниц А стартовала за 10 м до линии старта и таким образом дала сопернице 10 м форы. Кто прибежит первой во втором забеге, если они будут бежать с той же скоростью?

6. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Молния вспыхнула на расстоянии 1 км от наблюдателя. Через какое время наблюдатель услышит гром?

Разное.

1. Серёжа решил принять ванну. Он открыл кран, заткнул пробку, но вдруг вспомнил, что не решил задачу по физике. Вернулся он через 50 минут. По графику наполнения ванны определите её вместимость и количество воды, вылившейся на пол. 200 л, 300 л.



Олимпиада.

1. В 12:00 из города А в город В выехал грузовой автомобиль, двигаясь со средней скоростью 75 км/ч. Легковой автомобиль, стартовав в 12:10 в городе В, отправился в город А со средней скоростью 80 км/ч. Машины встретились в 13:16.

1) Найдите расстояние между городами А и В, если их соединяет прямая дорога. Ответ выразите в км, округлите до целого числа.

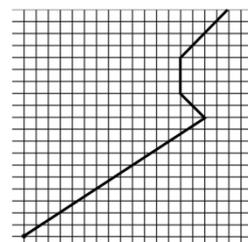
2) В 12:20 из города А в город В выехал мотоциклист. Средняя скорость его движения 90 км/ч. На каком расстоянии от города В встретились мотоциклист и грузовой автомобиль? Ответ выразите в км, округлите до целого числа.

3) В какой момент времени встретились мотоциклист и легковой автомобиль?

2. Курьер поднимается в лифте с первого этажа на десятый на высоту 30 м за 1 мин. В течение следующих 20 сек, не выходя из лифта, он вручает письмо адресату, который ожидает корреспонденцию на 10 этаже у дверей лифта. После этого курьер возвращается обратно на первый этаж и мгновенно выходит из лифта. Лифт движется вверх и вниз с одинаковой по величине постоянной скоростью. Для промежутка времени, соответствующего нахождению курьера в лифте, постройте графики зависимости пути, пройденного курьером, и его скорости относительно Земли от времени. Поясните построение графиков и приведите необходимые расчеты.

3. Автобусы специального городского маршрута, приезжая на конечную остановку, ожидают одну минуту, после чего едут в обратном направлении. Известно, что от конечной остановки автобусы отправляются каждые 10 минут. Ровно в тот момент, когда школьник подбежал к конечной остановке, двери автобуса закрылись, и он уехал. Мальчик решил пойти пешком до следующей остановки. Он шёл со скоростью 5 км/ч, и в середине пути между остановками мимо него проехал следующий автобус, следуя к конечной остановке. Увеличив скорость до 10 км/ч, школьник успел добежать до остановки и сразу сел в этот автобус. Найдите расстояние между остановками. Считайте, что все автобусы движутся с одинаковой постоянной скоростью. 1,33 км.

4. В архиве лаборатории обнаружили график зависимости координаты некоторого небольшого тела от времени. Чернила выцвели, и часть представленной на графике информации оказалась утраченной. Из пояснительной записки к графику удалось установить, что его оси были параллельны линиям сетки, а начало координат было обозначено жирной точкой. Также стало известно, что данное тело останавливалось на



полторы минуты, а его средняя путевая скорость за промежуток времени, для которого был построен график, составила $0,7$ м/с.

1) Как на этом графике расположена ось времени?

А) вертикально

Б) горизонтально

В) недостаточно данных для ответа на вопрос

2) В течение какого промежутка времени скорость тела была отлична от нуля?

3) Чему была равна средняя скорость перемещения тела?

4) С каким постоянным ускорением должно было двигаться данное тело, чтобы пройти тот же путь за то же время, если бы его начальная скорость была нулевой?

5. Из пунктов А и В, двигаясь равномерно, вышли навстречу друг другу два человека. Встретившись через некоторое время, они дошли до противоположных пунктов и продолжили движение обратно. Через какое время от начала движения они встретятся второй раз (ответ выразить в единицах времени первой встречи)? Также предлагается рассмотреть и второй случай, когда один человек двигается настолько быстрее второго, что успевает дойти до противоположного пункта и повернуть обратно, а второй тем временем просто идет вперед.

Занятие 6. Средняя скорость.

I. Вопросы (блиц):

1. Папа на рыбалке за 10 минут поймал 3-х рыбок. За какое время он поймает еще 10 рыбок?

2. Велосипедист и автомобилист одновременно отправились из пункта А в пункт В. Автомобилист шел в 5 раз быстрее велосипедиста. На полпути автомобиль сломался, и оставшуюся часть пути автомобилист прошел пешком со скоростью в 2 раза меньшей скорости велосипедиста. Кто из них первым прибыл в пункт В? Велосипедист

3. На круговом маршруте работают два автобуса, их интервал движения составляет 21 минуту. Каким будет интервал движения, если на этом маршруте будут работать три автобуса? 14 мин

4. Машина едет со скоростью 60 км/ч. Как надо увеличить ее скорость, чтобы выигрывать на каждом километре по одной минуте? невозможно

5. Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Во сколько раз его путь больше модуля перемещения мяча? 2 раза

6. Собака усмотрела зайца в 150 сажнях от себя. Заяц пробегает за 2 минуты 500 саженьей, а собака – за 5 минут 1300 саженьей. За какое время собака догонит зайца? 15 мин

7. Десять лыжников бегут по лыжне с одинаковой скоростью 3 м/с, длина «цепочки» лыжников 270 м. Лыжня начинает подниматься в гору, где скорость лыжников уже 2 м/с. Какой станет длина цепочки лыжников, когда все они будут подниматься в гору. 180 м

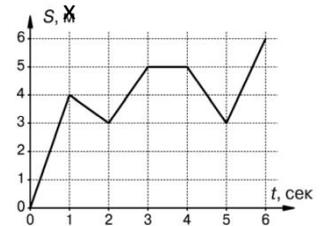
8. Из Новокузнецка на Новосибирск выходит поезд со скоростью 80 км/ч в 12 часов ночи, а из Новосибирска в 4 часа утра выходит ему навстречу со

скоростью 60 км/ч электричка. Через какое время после выхода электрички они встретятся, если расстояние между городами 600 км? 2 ч

9. В соревнованиях по бегу на короткие дистанции выдающиеся спортсмены пробегают 100 м за 10 с и даже быстрее. С какой скоростью они выбрасывают ступни ног во время бега? 20 м/с

II. Задачи (блиц):

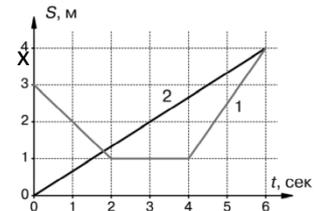
1. Сегодня Артём был очень рассеянным и постоянно куда-то возвращался. По графику координаты Артёма от времени определите полный пройденный путь и его перемещение.



Найдите максимальную скорость Артёма. В какой момент она достигается? 4

2. На рисунке представлены графики движения двух тел.

- 1) Определите скорость первого тела на каждом участке.
- 2) Найдите максимальное расстояние между телами за всё время их движения.



3. Вася хочет во время пятнадцатиминутной перемены в школе успеть сбежать в киоск за шоколадкой. Расстояние от школы до киоска равно 810 м. На дорогу из киоска в школу Вася тратит в 1,5 раза меньше времени, чем на дорогу из школы в киоск. При этом в школу он бежит на 1,5 м/с быстрее, чем из школы. В киоске бывают и другие клиенты – каждый человек (в том числе и Вася) покупает товар за 2 минуты.

- 1) С какой скоростью Вася бежит в киоск? Ответ выразите в м/с, округлите до десятых долей. 4,5 м/с
- 2) Какое максимальное количество людей может быть в очереди перед Васей, чтобы он успел вернуться к уроку вовремя? 2 человека

III. Прямолинейное неравномерное движение. Формула $S = v \cdot t$ уже не применима. Пример: Если поезд проходит 600 км за 10 ч, то его средняя скорость равна 60 км/ч. А менялась ли его скорость в процессе движения? Можно ли по этой формуле рассчитать перемещение тела за 20 ч; за 6 ч движения? Нет! Почему? **Средняя скорость позволяет рассчитать перемещение тела только за тот промежуток времени, на котором она определена.**

Неравномерное прямолинейное движение - движение с переменной скоростью. Как определить перемещение тела при таком движении?

$$\vec{S} = \vec{v}_{cp} \cdot t$$

IV. Задачи (блиц):

1. Автомобиль движется по автомагистрали со скоростью 120 км/ч. Преодолев 2/5 всего пути, автомобиль съехал на грунтовую дорогу, где ему пришлось снизить скорость до 60 км/ч. Проехав с такой скоростью половину всего пути, автомобиль въехал в населённый пункт и уменьшил скорость до 30 км/ч. С такой скоростью он добрался до конечной точки маршрута. Чему равна средняя скорость автомобиля на всём пути? Определите среднюю скорость автомобиля на первых 4/5 пути. 30 км/ч, 46,2 км/ч, 66,7 км/ч.
2. Первую треть пути муравей прополз со скоростью 20 см/с, потом одну секунду простоял неподвижно, затем двигался со скоростью 30 см/с. Средняя скорость движения за все время пути оказалась равна 20 см/с. Найти время

путешествия муравья. 4,5 с

V. Олимпиада:

1. Первую половину пути между Солнечным и Цветочным городами Незнайка проехал со скоростью 50 км/ч, вторую — со скоростью 75 км/ч. Знайка три четверти того же самого пути проехал со скоростью 60 км/ч, а оставшуюся часть — со скоростью 40 км/ч. Известно, что расстояние между Солнечным и Цветочным городами составляет 100 км. Считайте, что Знайка и Незнайка выехали из Солнечного города одновременно.
 - 1) Какое расстояние было между Знайкой и Незнайкой, когда Незнайка проехал половину пути? 10 км
 - 2) Кто из ребят раньше прибыл в Цветочный город? $t_n = 15/9$ ч, $t_3 = 15/8$ ч (нез.)
 - 3) Насколько раньше приехал в Цветочный город тот из ребят, который прибыл туда первым? Незнайка на $5/24$ ч
2. Первую четверть пути тело прошло со скоростью в 1000 раз меньшей, чем оставшиеся $3/4$ пути. Во сколько раз больше средняя скорость на всём пути, чем скорость на первой четверти пути? 4 раза
3. Первую половину времени прямолинейного движения между городами А и В автомобиль ехал с постоянной скоростью 40 км/ч, вторую — с постоянной скоростью 80 км/ч. С какой средней скоростью автомобиль проехал первую половину пути? $s_1 = s_2$. $40 \cdot 0,5t + 80\Delta t = 80(0,5t - \Delta t)$. $\Delta t = (1/8)t$. $t_1 = (9/8)t$. 45 км/ч..

Вопросы (блиц):

1. Пожарных учат надевать штаны за 3 секунды. Сколько штанов успеет надеть хорошо обученный пожарный за 3 минуты?
2. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимались показания спидометра. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля?
3. Пять кошек поймали 5 мышек за 5 минут. Сколько кошек поймут 10 мышек за 10 минут?
4. Какую скорость переменного движения показывает спидометр автомобиля?
5. В каком случае мгновенная и средняя скорости равны между собой?
6. Если чёрная кошка перебежала дорогу, значит, продолжительность жизни кошки больше отношения ширины дороги к средней скорости кошки при ее движении по дороге. Так ли это?
7. Папа на рыбалке за 10 минут поймал 3-х рыбок. За какое время он поймает еще 10 рыбок?

Разное.

1. Расстояние, которое проходит поезд от первой остановки и до последней остановки, равно 756,0 км. Определите время, которое тратит поезд на остановки, если его скорость на перегоне 50,0 км/ч, а средняя скорость на всем пути 42,0 км/ч. 2,9 ч
2. Африканский страус имеет максимальную скорость 80 км/ч и с этой скоростью он пробегает $3/4$ пути, а оставшуюся часть пути он бежит со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость страуса? 64 км/ч
3. На дистанции $s = 3$ км одновременно стартуют два спортсмена. Спортсмен №1

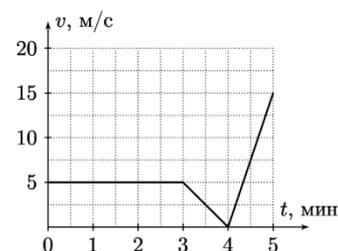
пробегают первую половину дистанции со средней скоростью $v_1 = 4$ м/с, а вторую половину дистанции со средней скоростью $v_2 = 6$ м/с. Спортсмен №2 за первую половину времени, затраченного на преодоление всей дистанции, имеет среднюю скорость $u_1 = 6$ м/с, а за вторую половину времени среднюю скорость $u_2 = 4$ м/с. Какое расстояние придется еще пробежать отстающему спортсмену до конца дистанции, когда победитель достигнет финиша? Ответ. 150 м.

Олимпиада:

1. Автомобиль движется по автомагистрали со скоростью 120 км/ч. Преодолев $\frac{2}{5}$ своего пути, автомобиль съехал на шоссе, где ему пришлось снизить скорость до 80 км/ч. Проехав с такой скоростью половину всего пути, автомобиль въехал в населенный пункт и уменьшил скорость до 60 км/ч. С такой скоростью он добрался до конечной точки маршрута. Чему равна средняя скорость автомобиля на всем пути? Определите среднюю скорость автомобиля на первых $\frac{4}{5}$ его пути. 82,8 км/ч. 96 км/ч

2. Школьник добирается из дома в школу по одной и той же дороге, но может это делать двумя способами: он может дойти до автобусной остановки, сесть в автобус и доехать на нем до школы или он может взять дома электросамокат и доехать на нем сразу до школы. При этом пешком путь от дома до автобусной остановки он проходит за $t_1 = 8$ мин, а если едет на электросамокате, то тратит на этот путь $t_2 = 2$ мин. Найдите расстояние от остановки до школы, если известно, что средняя скорость движения автобуса $v_a = 30$ км/ч, самоката $v_c = 20$ км/ч, а средняя скорость школьника на всем пути не зависит от того, каким способом он добирается до школы.

3. Семиклассник Иван вышел в школу за 5 минут до начала занятий. Через три минуты после начала пути Иван заметил радугу в небе. Это заинтересовало Ивана, поскольку была зима, а радуга зимой – явление редкое. Заинтересованность привела к тому, что Иван несколько замедлил шаг. Мгновение полюбовавшись гало, Иван ускорился, чтобы успеть в школу вовремя. График зависимость скорости Ивана от времени представлен на рисунке 1.



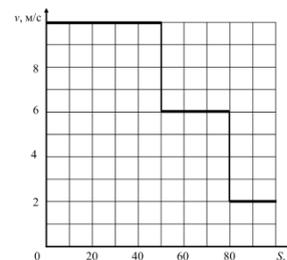
- Определите расстояние, которое прошёл Иван.
- Определите расстояние, которое прошёл Иван за последние две минуты движения.
- Через сколько минут после начала движения скорость Ивана вдвое превышала среднюю скорость движения за все время?

4. Водитель построил маршрут от дома до дачи с помощью навигатора, не подключённого к сети интернет. Навигатор в таком режиме не учитывает время, необходимое на проезд автомобильных пробок. Навигатор рассчитал расстояние $S_1 = 100$ км до места назначения и время прибытия в точку назначения $t_1 = 14$ ч 16 мин. Сразу после отъезда от дома водитель попал в пробку. Преодолев эту пробку, водитель снова посмотрел на навигатор, который показывал, что расстояние до точки назначения равно $S_2 = 91$ км, а время прибытия $t_2 = 14$ ч 33 мин. Считайте, что скорость на выбранном маршруте, заложенная в память

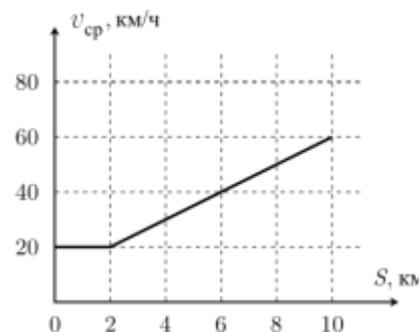
навигатора, постоянна на всём протяжении маршрута. Время старта автомобиля от дома $t_0 = 11$ ч 53 мин.

- Рассчитайте среднюю скорость движения машины, используемую навигатором при расчётах.
- Рассчитайте среднюю скорость движения автомобиля в пробке.

5. Спортсмен на тренировке бежал стометровку, выполняя установку тренера. Первые 50 метров он бежал очень быстро, далее его скорость уменьшилась, и последние 20 метров он бежал совсем медленно. На рисунке приведён график зависимости скорости v спортсмена от пути S , который он пробежал. Чему была равна средняя скорость спортсмена на всем пути?



6. Среднее через среднее. На графике (рис. 1) представлена зависимость средней скорости машины от пройденного пути. Определите среднюю скорость машины на участке, где она разгонялась.



7. После того, как автобус проехал первую половину пути, он попал в дорожную пробку. В результате его средняя скорость на второй половине пути в 8 раз меньше, чем на первой. Средняя скорость автобуса на всем пути равна 16 км/ч. Определите скорость автобуса на второй половине пути. 9 км/ч

Занятие 7. Относительность движения.

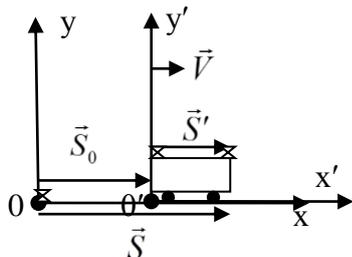
I. Вопросы (блиц):

1. Если средняя скорость тела за определенный промежуток времени равна нулю, то означает ли это, что тело находилось в покое?
2. Средний возраст одиннадцати игроков футбольной сборной – 22 года. Во время матча один из игроков получил травму и ушел с поля. Средний возраст оставшихся на поле игроков стал равен 21 году. Сколько лет футболисту, получившему травму? 32
3. Олег едет со скоростью 60 км/ч. С какой скоростью ему надо ехать, чтобы проезжать каждый километр на полминуты быстрее? 120 км/ч
4. Как, имея часы, определить среднюю скорость поезда: а) днем; б) ночью?
5. В чем различие траектории движения материальной точки и графика её движения?
6. Точка движется вдоль оси Ox по закону: $x = 4 \cdot (2 + 5t)$. Чему равна её скорость?
7. До отхода поезда 5 мин, а путь до вокзала 2 км. Если первый километр спортсмен бежал со скоростью 30 км/ч, то с какой скоростью он должен пробежать второй километр? 20 км/ч
8. Дима и Никита живут на одинаковом расстоянии от школы. Дима половину расстояния до школы едет на автобусе со скоростью 60 км/ч, а вторую половину идёт пешком со скоростью 5 км/ч. Никита половину времени едет на автобусе и половину идёт пешком. Кто быстрее добирается до школы? Никита

II. Задачи (блиц):

1. Треть всего пути автомобиль проехал со скоростью 30 км/ч, а остальной путь – со скоростью 90 км/ч. Какова была средняя скорость автомобиля? 54 км/ч
2. Человек вышел подышать свежим воздухом. Первый участок равный половине всего пути он прошел за 20 мин. Второй участок длиной 3 км был преодолен за полчаса. И на последний участок длиной 2000 м времени было затрачено столько же, сколько в сумме на первые два участка. Определить его среднюю скорость за время прогулки. 6 км/ч
3. На пути из пункта А в пункт В асфальтированная дорога переходит в грунтовую. Грузовик доехал из А до В за полтора часа, причем его скорость на асфальтированном участке оказалась на 12 км/ч больше средней скорости на всем пути, а на грунтовой дороге – 12 км меньше. Определите длину грунтового участка, если длина всего маршрута составила 90 км. 36 км, 54 км
4. Велосипедист ехал по дороге с постоянной скоростью и каждые 6 секунд проезжал мимо столба. Затем он увеличил скорость и стал проезжать мимо столбов каждые 4 секунды. Как часто велосипедист будет проезжать мимо столбов, если он ещё настолько же увеличит скорость? 3 с

III. Многие физические величины зависят от того, в какой системе отсчета (движущейся или неподвижной), производится их измерение. Такие величины называют



относительными. Относительность движения. $\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{S}'$

Перемещение относительно!

Если обе части равенства разделить на t , то мы получим:
 $\frac{\vec{S}}{t} = \frac{\vec{S}_0}{t} + \frac{\vec{S}'}{t}$. $\frac{\vec{S}}{t} = \vec{v}$ - скорость тела относительно неподвижной системы отсчета.

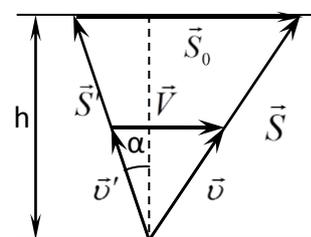
$\frac{\vec{S}'}{t'} = \vec{v}'$ - скорость тела относительно движущейся системы отсчета (собственная скорость).

$\frac{\vec{S}_0}{t'} = \vec{V}$ - скорость движущейся системы отсчета относительно неподвижной.

Подставляя, имеем: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$ - **классический закон сложения скоростей.**

Относительность покоя. Примеры. **Покой относителен!**

Другой пример: ученик, собственная скорость которого \vec{v}' , переплывает реку, скорость течения которой \vec{V} , а учитель наблюдает за ним с берега реки. Перемещение ученика в разных системах отсчета. Очевидно, что $\vec{S} = \vec{S}' + \vec{S}_0$ - треугольник перемещений. Если обе части равенства разделить на t , то мы получим треугольник скоростей: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$. Подобие треугольника перемещений и треугольника скоростей: $t = S'/v' = S_0/v_0 = S/v$.



IV. Задачи (блиц):

1. Катер идет по реке, имея собственную скорость 18 км/ч, тогда как скорость течения реки 2 м/с. Сколько времени займет поездка туда и обратно в населенный пункт, отстающий на 10 км от исходного пункта? 1,33 ч

2. Эскалатор метрополитена поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение времени 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься пассажир по движущемуся эскалатору? 45 с

Олимпиада:

1. Капли дождя падают по вертикали. Если пробирку поднимать с постоянной скоростью, то она наполняется водой за 2 с. Если пробирку опускать с той же постоянной скоростью, то она наполняется за 6 с. За сколько секунд наполнится неподвижная пробирка? 3 с
2. Винни-Пух и Пятачок плыли на лодке по течению реки. Пятачок заснул и случайно свалился за борт, так и не проснувшись (он был в спасательном жилете). Через один час Винни-Пух заметил отсутствие товарища и повернул назад. Он обнаружил спящего Пятачка на расстоянии 1 км от места падения. Найдите скорость течения реки, если Винни-Пух все время гребет с одинаковой силой. $u = 0,5$ км/ч.
3. Еремей решил поймать крупную рыбу, и чтобы рассчитать ее длину, он пустил небольшой плот длиной 80 см по течению, скорость которого 0,5 м/с. Рыба плывет по течению со скоростью 1 м/с относительно берега. Найти длину рыбы, если по замерам Еремея интервал времени между тем как задняя часть плота и нос рыбы пересеклись и тем как задняя часть рыбы и нос плота разминулись, равен три секунды. 70 см

Вопросы.

1. Траектории двух тел пересекаются. Столкнутся ли тела?
2. Почему падающие вертикально дождевые капли в безветренную погоду оставляют наклонные прямые полосы на стеклах равномерно движущегося вагона?
3. Мальчик бросает мячи из вагона в сторону, противоположную движению поезда. Как будут двигаться мячи по отношению: а) к вагону? б) к полотну дороги?
4. Будет ли кто-то из дуэлянтов иметь преимущество, если дуэль на пистолетах происходит в трюме движущегося корабля?
5. Две моторные лодки, двигаясь навстречу друг другу в стоячей воде, имеют относительную скорость 15 м/с. Чему равна их относительная скорость на реке, скорость течения которой 3 м/с?

Олимпиада:

1. В безветренную погоду по прямому шоссе едет колонна автомобилей, поддерживая расстояние 100 м друг от друга. Первый автомобиль подает звуковой сигнал. Услышав его, водитель второго автомобиля с небольшой задержкой ($\tau = 1$ с) нажимает на клаксон. Таким образом, от одного автомобиля к другому с одинаковыми задержками времени передается сигнал от головы колонны в хвост. Найдите скорость распространения сигнала. Скорость звука в воздухе 325 м/с, скорость автомобилей 90 км/ч. Размерами автомобилей можно пренебречь. Какой будет скорость сигнала, если первым нажмет на клаксон водитель последнего автомобиля, так что сигнал будет распространяться от

хвоста колонны к голове?

- По окружности длиной 60 м равномерно в одном направлении движутся два тела. Одно из них делает полный оборот на 5 с быстрее другого, при этом совпадения точек происходят каждую минуту. Определить скорости точек. Квадратное уравнение 4 м/с и 3 м/с
- Две лодки одновременно стартуют из одной точки на берегу реки в противоположных направлениях: одна плывёт по течению, а другая – против течения. Скорости лодок в стоячей воде одинаковы и равны 5 м/с, а скорость течения реки равна 2 м/с. Каждая из лодок в какой-то момент разворачивается и плывёт обратно. Известно, что в точку старта лодки прибывают одновременно через 30 минут после начала движения. Чему равно максимальное расстояние, на которое лодки удаляются друг от друга в процессе движения? Считайте, что траектории лодок лежат на одной прямой, размерами лодок можно пренебречь. Ответ. 5400.
- Скорость лодки относительно воды равна $v_{л} = 1,5$ м/с, а скорости течения воды $V = 3,0$ м/с. Под каким углом к берегу нужно направить лодку, чтобы её снесло как можно меньше? На сколько её снесет, если ширина реки равна $h = 100$ м? Снос минимален, когда α макс.

Занятие 8. Движение из разных ИСО.

I. Вопросы (блиц):

- Автомобиль, двигаясь со скоростью 45 км/ч, в течение 10 с прошел такой же путь, как автобус, двигающийся в том же направлении с постоянной скоростью, прошел за 15 с. Найдите величину их относительной скорости. 15
- Один портной шьет 5 костюмов в год, а второй портной шьет 3 костюма в год. За сколько лет портные, работая вместе, сошьют 80 костюмов? 10 лет
- Львенок хочет покататься на Черепахе. Расстояние между ними 180 м, а скорость Львенок в 10 раз больше скорости Черепахи. Какое расстояние должен пробежать Львенок? 200 м
- Если скорость велосипедиста 10 км/ч, то он опаздывает на час, а если 15 км/ч – то приезжает на час раньше. С какой скоростью он должен ехать, чтобы приехать вовремя? 12 км/ч
- Можно ли устроить так, чтобы пассажир безопасно покинул железнодорожный поезд во время движения поезда?
- Катер проплывает 90 км по течению за то же самое время, что 70 км против течения. Какое расстояние за это же время сможет проплыть плот? 10 км
- Лёгкий мячик при ударе об стенку отскакивает назад с такой же по величине скоростью. С какой скоростью он полетит, если по неподвижному мячику ударить ногой со скоростью v ? $2v$
- Колонна туристов движется по тропинке со скоростью $V = 1,1$ м/с. Замыкающий колонну руководитель посылает в голову колонны туриста, чтобы сообщить ведущему важную информацию. Турист доходит до головы колонны и возвращается обратно в хвост колонны через $\tau = 2$ минуты. Какова скорость туриста относительно земли, если длина колонны $L = 30$ м. 1,4 м/с.
- По реке от моста до озера Дима может доплыть на лодке за $t_1 = 1$ час, а на

плоту – за $t_2 = 4$ часа. За какое время Дима доплывёт на лодке от озера до моста? 2 ч

II. Задачи (блиц):

1. Пароход курсирует по реке между двумя пунктами. Полное время пути (туда и обратно) составляет 10 часов. Скорость парохода относительно берега при движении по течению в 1,5 раза больше, чем против течения. Сколько времени понадобилось бы пароходу для преодоления такого же пути туда и обратно по озеру, в котором нет течения? 9,6 ч
2. Саше нужно успеть на поезд метро, который стоит на станции 1,5 минуты. Он заходит на эскалатор в момент приезда поезда. Если Саша будет стоять на эскалаторе, он опоздает на поезд на 2 минуты. Если же он пойдёт пешком вниз по эскалатору, то успеет на поезд в последний момент. Расстояние от конца эскалатора до дверей поезда мальчик проходит по платформе за 30 секунд. Во сколько раз скорость Саши больше скорости эскалатора? 2

III. Когда выгодно рассматривать движение из движущейся системы отсчета? Примеры решения задач:

1. На рисунке изображены траектории двух автомобилей, движущихся со скоростями \vec{v}_1 и \vec{v}_2 . Определите графически, на какое минимальное расстояние они сблизятся?

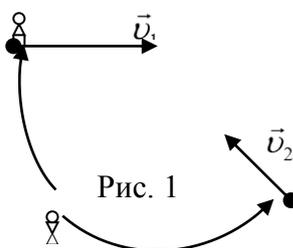


Рис. 1

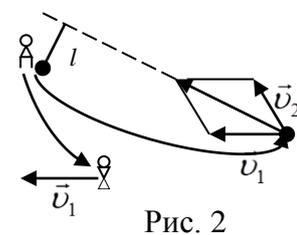


Рис. 2

Ситуация для наблюдателей, находящихся в неподвижной системе отсчета (Рис. 1) и движущейся системе отсчета (Рис. 2).

2. Пассажир едет в поезде, скорость которого 80 км/ч. Навстречу этому поезду движется товарный поезд длиной 1 км со скоростью 40 км/ч. Сколько времени товарный поезд будет двигаться мимо пассажира?

IV. Задачи (блиц):

1. По дороге, расположенной параллельно железнодорожному пути, движется велосипедист со скоростью 8 км/ч. В некоторый момент времени его догоняет поезд длиной 120 м и обгоняет его за 6 с. Какую скорость имел поезд относительно земли? 80 км/ч
2. По одной и той же дороге едут две машины, первая – со скоростью 60 км/ч, а вторая машина – со скоростью 72 км/час. В некоторый момент времени вторая машина отставала от первой на 1 км. Какое расстояние после этого должна проехать вторая машина, чтобы опередить другую машину на 1 км? Скорости машин считать постоянными. 12 км
3. Пассажир скоростного поезда «Сапсан» смотрит в окно и замечает, что его поезд за время $t_1 = 4$ с обгоняет электричку, двигающуюся в том же направлении по параллельным путям. Встречная же электричка проносится по параллельным путям мимо окна поезда за время $t_2 = 2$ с. Считать, что поезд и электрички движутся равномерно. Найдите скорость поезда и скорость электричек (электрички движутся с одинаковыми скоростями), если в них по 10 вагонов, и длина каждого вагона $L = 16$ м. 216 км/ч. 72 км/ч

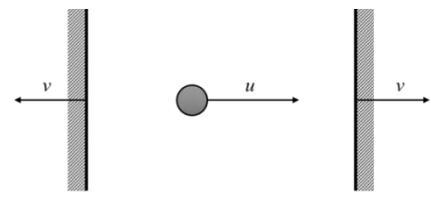
V. Олимпиада:

1. Если Молния МакКуин и Мэтр будут ехать навстречу друг другу, то они будут сближаться на $L_1 = 200$ м за каждые $t_1 = 2$ с. Если же Молния МакКуин будет уезжать от Мэтра, то расстояние между ними будет увеличиваться на $L_2 = 120$ м за каждые $t_2 = 4$ с. Во сколько раз скорость Молнии МакКуин v_1 больше скорости Мэтра v_2 ? Ответ получить в общем виде и численно. 13/7
2. Ёжик и Медвежонок находятся на прямолинейном участке дороги. Начальное расстояние между друзьями $S = 2000$ м. В некоторый момент времени они начинают равномерно двигаться вдоль дороги. Через $t_1 = 5$ мин расстояние между Ёжиком и Медвежонком оказалось равно $L_1 = 800$ м.
 - 1) Каким будет расстояние L_2 между Ёжиком и Медвежонком через $t_2 = 10$ мин после начала движения? 1) 400 м; 2) 8,3 мин
 - 2) Через какое время t после начала движения Ёжик и Медвежонок встретятся?
3. Профессор Хеопс ехал по краю шоссе на велосипеде со скоростью $v = 15$ км/ч. Ему навстречу ехали автобусы, которые выезжали с начальной остановки каждые $\Delta t = 15$ минут. Сколько автобусов проехало навстречу профессору за время его прогулки, если он преодолел расстояние $L = 40$ км? Скорость движения автобусов составляла $v = 65$ км/ч. 13

Вопросы (блиц):

1. Скорость мотоциклиста 54 км/ч, а скорость встречного ветра 3 м/с. Какова скорость ветра в системе отсчета, связанной с мотоциклистом? 18 м/с

Олимпиада:

1. Двигаясь вниз по реке, лодка под мостом обогнала плот. Через некоторое время она доплыла до пристани, быстро развернулась и, с прежней относительно воды скоростью, поплыла вверх по течению, где снова встретила плот на расстоянии $S_1 = 1100$ м от моста. Если бы с момента первой встречи с плотом лодка плыла с вдвое большей скоростью относительно воды, то их вторая встреча произошла на расстоянии $S_2 = 600$ м от моста. Определите во сколько раз скорость лодки v больше скорости течения реки u , и на каком расстоянии S от моста находится пристань. Откуда $k = 5$, а $S = 3300$ м.
2. На гладкой горизонтальной поверхности находятся две параллельные очень тяжёлые стенки и мячик, который летает между ними. Стенки движутся в противоположные стороны с одинаковыми постоянными скоростями равными $v = 1$ м/с, а мячик сначала движется вправо со скоростью $u = 15$ м/с (см. рисунок). Сколько соударений произойдёт в этой системе? Считайте, что мячик движется вдоль одной прямой, перпендикулярной стенкам. Удары считайте абсолютно упругими (то есть при ударе о неподвижную стенку шарик отскакивает от неё в противоположном направлении, а величина его скорости не изменяется).
3. Два авианосца движутся навстречу друг другу с постоянными скоростями. Скорость первого авианосца 20 км/ч, скорость второго – 30 км/ч. В момент, когда расстояние между ними стало равно 60 км, с первого авианосца взлетает вертолет и движется по прямой ко второму авианосцу со скоростью 150 км/ч.

Долетев до второго авианосца, вертолет зависает на 18 мин над ним и затем возвращается на первый авианосец, вновь двигаясь со скоростью 150 км/ч. Сколько времени занял этот маневр вертолета? Найдите путь, проиженный вертолетом. 48 мин

4. Турист Николай Петрович опоздал на 5 минут к отплытию своего теплохода, отправившегося вниз по реке. На счастье хозяин быстроходного катера согласился помочь Николаю Петровичу. Догнав теплоход и высадив незадачливого туриста, катер тут же отправился в обратный путь. Сколько времени прошло с момента отплытия катера до его возвращения? Ответ дайте в минутах. Считайте, что скорость теплохода относительно воды в 3 раза больше скорости течения реки, а скорость катера — в 5 раз. Ответ: 25 минут
5. Вася и Маша, находясь в аэропорту, становятся на траволатор (горизонтальная «дорожка»-транспортёр), который движется со скоростью 0,8 м/с. Поскольку Васе скучно, он сразу же начинает бежать вперёд, в направлении к концу траволатора и, достигнув его за 40 с, тут же разворачивается и бежит обратно к Маше.
 - 1) В течение какого времени Вася приближался к Маше? Ответ выразите в секундах, округлите до целого числа. (4 балла)
 - 2) На каком расстоянии от начала траволатора встретятся школьники? Ответ выразите в метрах, округлите до целого числа. (5 баллов)

Занятие 9. Взаимодействие тел.

I. Вопросы (блиц):

1. Заяц и Волк стоят на прямой дороге на расстоянии 1 км друг от друга. Затем они одновременно начинают двигаться по дороге с постоянными скоростями. Известно, что через 10 мин расстояние между ними было равно 400 м. На каком расстоянии друг от друга Заяц и Волк будут через 20 мин после начала движения? 200 м
2. Сын втрое моложе отца. Когда сын родился, отцу было 24 года. Сколько лет сыну? 12 лет
3. Турист вышел на маршрут, и каждый день проходил 20 км. Через день по тому же маршруту вышел другой турист, который проходил по 25 км в день. Через сколько дней второй турист нагонит первого? 4
4. Стальной шарик, движущийся горизонтально со скоростью $4v$, упруго ударяется о массивную стальную вертикальную плиту, удаляющуюся от него со скоростью $3v$ относительно земли. Какой станет скорость шарика после отскока? $2v$
5. Собственная скорость лодки вдвое больше скорости течения реки. Во сколько раз время путешествия против течения реки больше времени путешествия по течению? 3
6. Легкий теннисный мячик ударили ногой, и он полетел в направлении движения ноги. Какую скорость приобрел мячик, если скорость движения ноги при ударе 10 м/с? 20 м/с
7. Мяч, движущийся со скоростью 10 м/с, ударяется о ногу футболиста. С какой скоростью и куда должна двигаться нога футболиста, чтобы, ударившись об

нее, мяч остановился? 5 м/с, назад

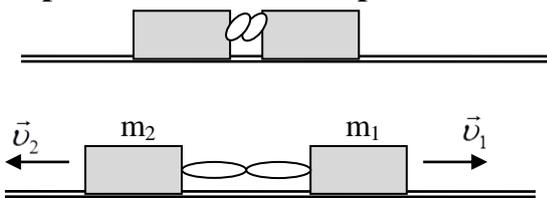
8. Если Петя бежит навстречу Васе, то расстояние между ними уменьшается на 20 м за каждые 4 с, а если Петя убегает от Васи, то расстояние между ними увеличивается на 6 м за каждые 2 с. Во сколько раз скорость Пети больше скорости Васи? 4

II. Задачи (блиц):

1. Автомобиль едет вдоль железной дороги с постоянной скоростью, мимо него в одном направлении с интервалом 6 минут проехали 2 поезда. Мимо стоящего человека эти поезда проехали с интервалом 10 минут и с одинаковой скоростью 60 км/час. Найдите скорость автомобиля и направление его движения. 40 км/ч
2. Два автомобиля, двигаясь в одном направлении по прямому шоссе, сближаются со скоростью, в 5 раз меньшей, чем была бы скорость их сближения при движении с теми же скоростями навстречу друг другу. Максимальная разрешенная скорость на шоссе 90 км/ч, а минимальная (нельзя ехать медленнее) 50 км/ч. В каком интервале находится значение скорости «медленного» автомобиля? $v_1 = 1,5 v_2$. $60 \text{ км/ч} \geq v \geq 50 \text{ км/ч}$
3. Вдоль длинной дороги с постоянной скоростью на равных расстояниях друг от друга колонной ползут черепахи. Мимо стоящего Ахиллеса в минуту проползает $n_1 = 5$ черепах. Если Ахиллес побежит трусцой в сторону движения колонны, то он будет обгонять в минуту $n_2 = 45$ черепах, а если он поедет на велосипеде навстречу колонне, то в минуту ему будет встречаться $n_3 = 105$ черепах. Какое расстояние L успеет проползти черепаха за то время, за которое Ахиллес трусцой пробежит $S = 100$ м? Во сколько раз скорость Ахиллеса на велосипеде больше, чем при беге? 10 м. 2

III. Тело, на которое не действуют другие тела, называется **свободным телом**. Как же будет двигаться тело, если на него совсем не будут действовать другие тела или их действие будет скомпенсированным (**свободное тело**).

Первый закон Ньютона: Свободное тело для наблюдателя на Земле сохраняет свою скорость неизменной (инерция движения). Как узнать,



является ли тело свободным?

Для изменения скорости тележки необходимо второе тело (вторая тележка, рука и т.д.). Взаимодействие – воздействие тел друг на друга, приводящее к изменению состояния их движения

(скорости). При взаимодействии оба тела изменяют свою скорость, причем их ускорения направлены в противоположные стороны. То тело, которое имеет большую массу, движется при взаимодействии с меньшим ускорением.

Массу тела можно измерить тремя способами: 1) взвешивание на рычажных весах, если тело помещается на весы; 2) при взаимодействии с другим телом; 3) по его плотности: $m = \rho \cdot V$.

Плотность (ρ) – свойство вещества занимать определенный объем, измеряемое отношением массы вещества к занимаемому им объему.

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad \rho = \frac{m}{V}$$

IV. Задачи (блиц):

1. Из неподвижной лодки на берег прыгнул мальчик массой 45 кг, при этом лодка приобрела скорость 0,5 м/с, а мальчик – 1,2 м/с. Какова масса лодки? 108 кг
2. Найдите массу полого куба из латуни, если площадь его наружной поверхности

216 см², а толщина стенок 2 мм. Плотность латуни 8,6 г/см³. 340 г

3. Когда металлический шар, площадь поверхности которого 100 см², покрыли тонким слоем хрома, масса шара увеличилась на 36 мг. Какой толщины слой хрома нанесен на шар? Плотность хрома 7,2 г/см³. 0,5 мкм
4. Внесолнечная планета Kepler-62 e, обнаруженная у звезды Kepler-62 в созвездии Лирь, считается возможной планетой-океаном. Масса планеты равна 4,5 массам Земли, радиус составляет 1,6 радиуса Земли. Во сколько раз средняя плотность планеты больше плотности воды? Средняя плотность Земли составляет 5,5 г/см³. 6 г/см³

Олимпиада:

1. Юный натуралист поместил на левую чашу весов 5 хомячков, а на правую чашу – несколько гирь разной массы. Весы показали, что масса всех хомячков на левой чаше на 15 г меньше, чем масса всех гирь. Юннат пересадил одного хомячка на правую чашу и переставил одну гирю с правой на левую чашу. После этого весы показали, что правая чаша стала на 3 г тяжелее, чем левая. Какова масса пересаженного хомячка, если масса переставленной гири была равна 50 г? $m_x = 44$ г.
2. На дно сосуда, доверху заполненного водой, аккуратно помещают железный кубик. В результате средняя плотность содержимого сосуда увеличивается на 400 кг/м³. Плотность воды равна 1000 кг/м³, плотность железа – 7800 кг/м³. До погружения кубика в сосуде находилась только вода. Во сколько раз объём сосуда больше, чем объём кубика? Ответ округлите до целого числа. Ответ. 17.
3. Археологи обнаружили топор неандертальца, состоящий из чудом сохранившейся деревянной ручки и каменного тесла. Известно, что древнее дерево имеет плотность $\rho_1 = 600$ кг/м³ и масса изготовленной из него ручки составляет 1/6 часть от массы всего топора, а объём ручки – половину от объёма всего топора. Найдите плотность ρ_2 камня, из которого изготовлено тесло. 3000 кг/м³

Вопросы:

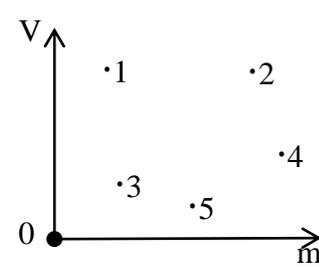
1. Почему железнодорожный состав труднее остановить, чем легковой автомобиль, движущийся с той же скоростью?
2. Дети покупали блокнот, но им не хватило денег. Маше не хватило 2 копейки, Коле – 34 копейки, Васе – 35 копеек. Они сложили свои деньги, но их все равно не хватило для покупки блокнота. Сколько стоит блокнот? 35 копеек
3. На заводе изготовили большие детали из одного металла, и малые детали – из другого. Известно, что масса большой детали на 20 % больше массы малой, а объём малой детали на 20 % меньше объёма большой. Найти отношение масс двух одинаковых ящиков, если их полностью заполнить этими металлами.
4. Почему трудно ходить по рыхлому снегу?
5. Почему трудно разбить орех на мягкой опоре (на перине) и легко на твердой?
6. Как можно измерить массу черной дыры?
7. Для изучения в лабораторных условиях поведения гидротурбины выполнили её модель в масштабе 1:10. Какова масса турбины, если масса её модели 10 кг? 10 т
8. Правильно ли говорят, что латунь тяжелее железа?

9. Почему плотность тела человека изменяется в среднем от 950 кг/м^3 до 1050 кг/м^3 ?

Олимпиада:

1. На заводе изготовили большие детали из одного металла, и малые детали – из другого. Известно, что масса большой детали на 20 % больше массы малой, а объем малой детали на 20 % меньше объема большой. Найти отношение масс двух одинаковых ящиков, полностью заполненных большими и малыми деталями. 0,96

2. В лаборатории провели измерения массы и объема пяти тел, изготовленных из четырех материалов: березы, $\rho_B = 0,7 \text{ г/см}^3$, алюминия, $\rho_{Al} = 2,7 \text{ г/см}^3$, железа, $\rho_{ж} = 7,8 \text{ г/см}^3$ и свинца, $\rho_C = 11,3 \text{ г/см}^3$. Затем результаты нанесли на график, по одной оси которого отложили объемы тел V_i , а по другой их массы m_i . Здесь индекс i может принимать значения 1, 2, 3, 4, 5 – соответственно номерам точек на графике. К сожалению, со временем масштаб по осям был утрачен, а экспериментаторы в спешке забыли записать, какому веществу какая экспериментальная точка соответствует. Определите:



- из какого материала изготовлено тело самой большой массы?
- у тела с каким номером была самая маленькая плотность? Чему она равна?
- какой точке соответствует тело, изготовленное из свинца?
- какие тела сделаны из одинакового материала? Определите из какого.

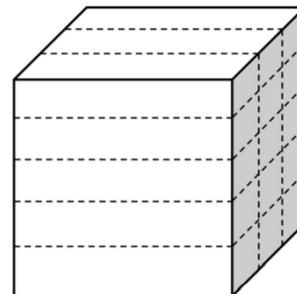
3. Плотностью тела ρ называют отношение массы тела m к его объёму V . Мерой массы, используемой в ювелирном деле, является карат (1 карат равен 0,2 грамма). Мерой длины, используемой во многих странах, является дюйм (1 дюйм равен 2,54 сантиметрам). Известно, что плотность алмаза составляет $\rho = 3,5 \text{ г/см}^3$. Переведите данное значение в караты на дюймы кубические. Ответ: $\approx 287 \text{ карат/дюйм}^3$.

4. Вдохновившись известной притчей «Сосуд жизни», экспериментатор Илья решил повторить эксперимент у себя на даче. Взяв 10-литровое ведро, он насыпал в него доверху щебня. Плотность камней щебня $\rho_{щ} = 2000 \text{ кг/м}^3$, насыпная плотность щебня $\rho_{нщ} = 1400 \text{ кг/м}^3$. Насыпная плотность – это отношение массы сыпучего материала к занимаемому им объёму при условии, что материал насыпают без утрамбовки.

- 1) Определите суммарный объём камней щебня, которые оказались в сосуде.
- 2) Затем Илья засыпал мелким гравием все пустоты между камнями щебня в ведре, и оказалось, что средняя плотность содержимого ведра стала равна $\rho_{ср} = 1900 \text{ кг/м}^3$. Определите массу засыпанного в ведро гравия.
- 3) Для завершения эксперимента Илья налил в ведро воды. Оказалось, что в ведро поместился литр жидкости. Определите плотность частиц гравия, если плотность воды $\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$.

5. В XVII веке на Руси массу измеряли в пудах, а длину в аршинах. Известно, что $1 \text{ пуд} \approx 16,4 \text{ кг}$, а $1 \text{ аршин} \approx 71 \text{ см}$. Выразите плотность воды в $\frac{\text{пуд}}{(\text{аршин})^3}$. 22,37

6. Инженеры Винтик и Шпунтик используют 360 мг зелёной краски, чтобы покрасить кубик с ребром $a = 5$ см. Затем куб распиливают на 15 равных частей, делая на нём 6 разрезов (см. рисунок), и красят все непокрашенные вертикальные грани полученных тел в красный цвет, а непокрашенные горизонтальные грани полученных тел — в жёлтый. Краску наносят слоем той же толщины.



- 1) Какое количество зелёной краски уходит на покраску одного квадратного сантиметра поверхности кубика? Ответ выразите в миллиграммах.
- 2) Сколько потребуется красной краски, чтобы покрасить все непокрашенные вертикальные грани полученных тел?
- 3) Сколько всего нужно краски (и красной, и жёлтой), чтобы покрасить все непокрашенные грани полученных тел?

Занятие 10. Расчет массы и объема тел.

I. Вопросы (блиц):

1. Кирпич весит два килограмма и полкирпича. Сколько килограммов весит кирпич? 4 кг
2. Четыре утенка и пять гусят весят 4 кг 100 г, а пять утят и четыре гусенка весят 4 кг. Сколько весит один утенок? 400 г
3. Каким количеством способов можно разменять 25 копеек монетами по 3 и 2 копейки? Нечетное число 3. 4 способами
4. Из Ленинграда в сторону Москвы с интервалом в 10 мин вышли два электропоезда со скоростью 30 км/ч. Какую скорость имел встречный поезд, если он повстречал эти поезда через 4 мин один после другого? 45 км/ч
5. Мыло продается в кусках двух размеров, но одинаковой формы. Более крупный кусок мыла на 50 % длиннее. Насколько больше мыла в крупном куске? 3,375
6. Пуля пробивает две сосновые доски – толстую и тонкую. В каком случае она полетит дальше: если она вначале попадет в толстую или если она вначале попадет в тонкую доску? Без разницы
7. Для того чтобы покрасить на бетонной стене квадрат со стороной 7 дм, маляру требуется 5 минут. За какое время маляр сумеет покрасить на бетонной стене квадрат со стороной 2 дм? 25 мин
8. Два человека, сидящие в лодках общей массой 200 и 600 кг, натягивая веревку длиной 8 м, начинают приближаться друг к другу. Какой путь проходит до встречи каждая лодка? 6 м и 2 м.
9. Голова рыбы весит столько, сколько хвост и половина туловища, туловище – сколько голова и хвост вместе. Хвост имеет массу 1 кг. Какова масса рыбы? 8
10. Если из 225 кг руды получают 34,2 кг меди, то, каково процентное содержание меди в руде? 15,2 %
11. Кусок мыла за неделю «смыливается» так, что все его размеры уменьшаются в 2 раза. На сколько дней хватить оставшегося кусочка? 1 день.

12. Оля и Коля взвесили свои портфели. Весы показали 3 и 2 кг. Когда они положили на весы оба портфеля, весы показали 6 кг. На сколько сдвинута шкала на весах? Сколько весили портфели на самом деле? 1 кг. 4 кг и 3 кг

II. Задачи (блиц):

1. Из пуда меди мастер-медник сделал подсвечник, чайник, кастрюлю и самовар. Каждая вещь оказалась втрое массивней предыдущей. Какова масса каждого изделия? 10,8. 3,6. 1,2. 0,4.
2. При одинаковых объемах масса куска железа на 12,75 кг больше, чем масса куска алюминия. Определите массы кусков. 19,5 кг. 6,75 кг

III. Для практических целей очень важно знать плотность вещества. Инженер, например, создавая машину, по объему и плотности материалов, идущих на изготовление, может вычислить массу будущей машины. Единицей плотности вещества в СИ является 1 кг/м^3 : $[\rho] = [\text{кг/м}^3]$; $1 \text{ кг/м}^3 = 0,001 \text{ г/см}^3 \rightarrow 1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$. Зная, например, плотность бензина и емкость железнодорожной цистерны, нетрудно подсчитать массу бензина в цистерне $m = \rho \cdot V$. Если же известна масса тела, то, зная плотность вещества, легко определить объем этого тела. $V = \frac{m}{\rho}$.

IV. Задачи (блиц):

1. Масса одного тела больше массы другого в 5 раз, а плотность материала, из которого изготовлено более массивное тело, составляет 0,8 от плотности материала более легкого тела. Найдите отношение объема более массивного тела к объему более легкого тела. 6,25
2. Железный и алюминиевый стержень имеют одинаковые площади поперечного сечения и массы. Сравните длины данных стержней. $\ell_a \approx 2,9 \ell_{\text{ж}}$
3. Бочка объемом 50 л доверху заполняется на зиму огурцами. Плотность вещества огурцов 1100 кг/м^3 , а средняя плотность огурцов в куче 670 кг/м^3 . Сколько литров рассола нужно приготовить для заливки огурцов? 20 л
4. В открытый сосуд налили (не до верха) воду объемом $V = 200 \text{ мл}$. Когда в сосуд аккуратно опустили металлическую гирьку, которая полностью в него поместилась, из сосуда вылилась вода объемом $V/5$. Когда в тот же сосуд налили вдвое меньшее количество воды и положили вдвое более тяжелую гирьку из того же металла, которая полностью в него поместилась, из сосуда вылился объем воды $V/10$. Найти объем сосуда. $V_0 = 6V/5$

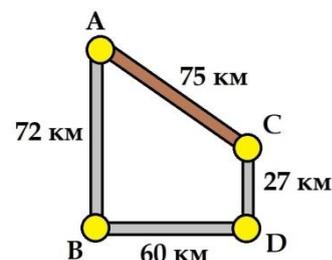
Олимпиада:

1. В стакан, до краев заполненный жидкостью, аккуратно помещают небольшой однородный шарик, который тонет и опускается на дно. В результате средняя плотность содержимого стакана становится равной $\rho_1 = 1200 \text{ кг/м}^3$. Затем в стакан добавляют еще один такой же шарик, и средняя плотность содержимого становится равной $\rho_2 = 1260 \text{ кг/м}^3$. Определите плотность ρ_0 жидкости в стакане. 1140 кг/м^3
2. Стеклодув изготовил пористое стекло плотностью $2,50 \text{ г/см}^3$. Когда кусок такого стекла на длительное время положили в воду, его масса увеличилась на 5%, а объем не изменился. Какую плотность будет иметь "плотное" (без пор) стекло? Плотность воды $1,00 \text{ г/см}^3$. Ответ: $2,86 \text{ г/см}^3$.

3. Школьник поставил на одну чашу равноплечих весов сосуд, доверху наполненный жидкостью, и уравновесил весы, поставив на другую чашу гирю. Затем он аккуратно положил в сосуд небольшой камень, который утонул. Вылившуюся при этом жидкость школьник собрал в легкий стаканчик и поставил стаканчик на чашу с гирей. Весы снова оказались в равновесии. Какова плотность камня, если плотность жидкости равна 0.9 кг/литр ? Массой стаканчика пренебречь. 1800 кг/м^3

Вопросы (блиц):

1. Сколько маленьких кубиков с ребром 2 см потребуется, чтобы собрать из них большой куб с ребром 10 см ?
2. Что общего у 1 кг пуха и у 1 кг свинца, и в чем различие?
3. Почему нефтехранилища на крупных предприятиях почти всегда делают цилиндрическими (а иногда даже шарообразными), а не в виде, например, куба, что технологически было бы гораздо удобнее?
4. Масса медного чайника $1,32 \text{ кг}$. Определите массу алюминиевого чайника таких же размеров.
5. Аквариум имеет длину 30 см и ширину 20 см . После того, как в нем утонул серебряный лев, уровень воды в нем поднялся на $1,5 \text{ см}$. Найдите массу льва.
6. Автомобиль, двигаясь по шоссе, расходует 6.5 литра бензина на 100 км . Известно, что на путь ABD водитель расходует такое же количество бензина, какое и на путь ACD . Сколько литров бензина на 100 км расходует автомобиль на грунтовой дороге? По асфальту авто движется со скоростью 60 км/ч , по грунтовке - 45 км/ч . AC – грунтовая дорога, $ABDC$ – шоссе. $9,1 \text{ л}$



Разное.

1. В ведро, доверху наполненное машинным маслом, опустили медную деталь массой $1,5 \text{ кг}$. Определите изменение массы ведра вместе с его содержимым. $1,35 \text{ кг}$
2. В чистой воде растворена кислота. Масса раствора 240 г , а его плотность $1,2 \text{ г/см}^3$. Определите массу кислоты, содержащейся в растворе, если плотность кислоты $1,8 \text{ г/см}^3$. Принять объем раствора равным сумме объемов его составных частей. 90 г
3. Составной цилиндр. Три цилиндрика, изготовленные из разных материалов, имеют одинаковые диаметры. Их склеили так, что получился составной цилиндр. Объем, массы и плотность для некоторых цилиндриков известны и приведены на (рис. 2). Какова средняя плотность составного цилиндра? 1 г/см^3

	$V/4$	$V/6$	
1	2	3	
$m/3$	$m/5$	$\rho_3 = 0,8 \text{ г/см}^3$	

Олимпиада:

1. Для изготовления ювелирного сплава взяли серебро ($\rho_{\text{Ag}} = 10,5 \text{ г/см}^3$), золото ($\rho_{\text{Au}} = 19,5 \text{ г/см}^3$) и платину ($\rho_{\text{Pt}} = 21,5 \text{ г/см}^3$). В сплаве отношение объемов серебра и платины равно 6 , объем использованного золота $V_{\text{Au}} = 1,5 \text{ см}^3$, а средняя плотность сплава $\rho_{\text{X}} = 14,3 \text{ г/см}^3$. Найдите массу платины m_{Pt} и серебра m_{Ag} в сплаве. Считайте, что объем сплава равен сумме объемов его составных частей. $10,75 \text{ г}$. $31,5 \text{ г}$.

2. Половина (по длине) длинного стержня имеет линейную плотность $\lambda_1 = 60$ г/дм, а вторая половина $\lambda_2 = 20$ г/дм. Стержень разрезали поперек на две равные по массе части. Чему оказались равны средние линейные плотности получившихся частей?
3. На фабрике производят кубики с длиной ребра 5 см. К автомату, непрерывно производящему кубики, по конвейерной ленте через каждые 3 минуты робот подает пустые коробки размером 25 см \times 30 см \times 40 см. Появляющиеся из автомата кубики плотно укладываются в эту коробку. После модернизации фабрики автомат стал производить кубики с длиной ребра 6 см и тратить на один кубик на 20% меньше времени. Коробки тоже стали другого размера - 36 см \times 60 см \times 60 см. Через какое время теперь приходится роботу подавать новые коробки для их загрузки новыми кубиками? $T_x = 6$ мин

Занятие 11. Решение задач.

I. Вопросы (блиц):

1. Для промывки деталей их опускают в сосуд с керосином. В каком случае уровень керосина в сосуде станет выше, если в него погрузить деталь из алюминия или такой же массы деталь из меди? алюминий
2. Бутылка и стакан вместе весят столько же, сколько кувшин. Бутылка весит столько же, сколько стакан и тарелка. Два кувшина весят столько же, сколько три тарелки. Сколько стаканов уравновешивают одну бутылку? 5
3. Некто, будучи вопрошен, сколь он стар, ответил: «Когда я проживу еще половину да треть, да четверть моих лет, тогда мне будет сто лет». Сколько лет этому человеку? 48
4. На одной чашке уравновешенных рычажных весов лежит брусок мыла, на другой $\frac{3}{4}$ такого же бруска и еще гиря массой 750 г. Какова масса целого бруска мыла? 3 кг
5. Игрушечная подводная лодка объёмом $V = 1000$ см³ и массой $M = 500$ г не тонет в воде. Сколько шариков массой $m = 5$ г каждый потребуется поместить в нее, чтобы лодка потонула? 100
6. С какой точностью можно определить плотность тела, если его масса измерена с точностью 5%, а объем с точностью 3%? 8%
7. Деревянный брусок имеет массу 20 кг. Какой станет масса бруска, если один из его размеров увеличить в 5 раз, а два других уменьшить в два раза каждый? 25
8. Для изучения в лабораторных условиях поведения гидротурбины выполнили её модель в масштабе 1:10. Какова масса турбины, если масса её модели 10 кг? 10 т
9. Ваня к деревянному бруску плотностью 0,4 г/см³ приклеил чугунную пластину того же объёма с плотностью 7 г/см³. Определите среднюю плотность получившегося тела. 3,7 г/см³
10. В старые времена в обращении находились золотые монеты. Некоторые нечестные купцы «добывали» из них золото следующим незаконным способом. Много монет клали в мешочек из плотной ткани, плотно завязывали и очень долго трясли. Золото — мягкий металл, монеты при тряске

истирались друг о друга, и в мешке собиралось некоторое количество золотой пыли, которая и становилась добычей нечестного купца. При этом внешний вид монет не позволял заподозрить их умышленную порчу. Как-то раз один такой купец определил, что после долгой тряски в мешке общая масса 40 золотых монет уменьшилась на $1,60 \pm 0,02$ г. Сколько (в среднем) золота украл купец из каждой монеты? ($40,0 \pm 0,5$) мг

11. Аквариум, все грани которого – прямоугольники, заполнен водой наполовину. Ее переливают в другой аквариум, все линейные размеры которого больше исходного в 3 раза. Какую долю по высоте займет вода в новом аквариуме?
1/54

II. Задачи (блиц):

1. Масса канистры, полностью наполненной керосином, 24 кг. Масса канистры, полностью наполненной водой, 29 кг. Какова масса пустой канистры? 4 кг
2. Полый медный куб с длиной ребра $\ell = 6$ см имеет массу $m = 810$ г. Какова толщина стенок куба? 0,5 см
3. При очистке реки от вытекшей нефти собрали 100 м^3 загрязненной жидкости. Её средняя плотность оказалась равной 900 кг/м^3 . Сколько тонн нефти удалось собрать, если плотность нефти равна 800 кг/м^3 , а плотность воды 1000 кг/м^3 ? 40 т
4. Исследования историков показали, что Буратино был изготовлен не из одного, а из двух поленьев. Его голову Папа Карло выточил из дуба, а остальные части тела выточил из сосны. Известно, что плотность дуба 690 кг/м^3 , вес изготовленной из него части тела составляет треть от веса Буратино, а объем – только четверть. Найдите плотность соснового полена. 460 кг/м^3

III. Олимпиада:

1. Плотность овсяной каши $1,10 \text{ г/см}^3$, а плотность масла 900 кг/м^3 . Сколько масла надо положить в 100 г овсяной каши, чтобы средняя плотность у каши с маслом стала $1,03 \text{ г/см}^3$?
2. Шарик накачали гелием. Масса газа составляет 20% от массы всего шарика. Через день, когда часть гелия просочилась через стенки, объём шарика уменьшился в 2 раза, а масса гелия стала составлять 10% от массы всего шарика. Определите, во сколько раз изменилась средняя плотность воздушного шарика. Возрастет в 16/9.
3. На трубопрокатном заводе делают стальные трубы с добавлением титана. По стандарту титан должен составлять 30% от общей массы трубы, однако при изготовлении произошёл сбой, и была изготовлена труба с 30% содержанием титана от общего объёма. Во сколько раз плотность изготовленной трубы отличается от трубы, изготовленной по стандарту? Плотность стали $\rho_{\text{ст}} = 7,8 \text{ г/см}^3$, плотность титана $\rho_{\text{т}} = 4,5 \text{ г/см}^3$. Ответ: 1,065
4. В школьном кабинете химии имеется $V_0 = 1200 \text{ см}^3$ кислоты, плотность которой на $\alpha = 2,8\%$ больше плотности воды. Для проведения опыта в раствор добавляют воду, его плотность уменьшается на $\beta = 0,2\%$. Сколько кубических сантиметров воды влили в раствор? 92 см^3

Вопросы:

1. Эйфелева башня имеет высоту 300 м и массу 9000 т. Какую массу будет иметь

ее точная копия высотой 30 см?

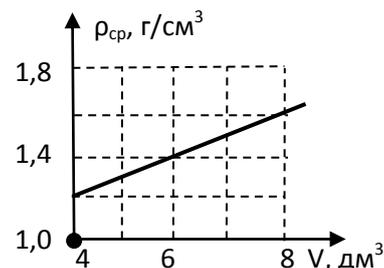
2. Если отец на 10 процентов выше сына, то, насколько больше его масса?
3. Имеется мензурка с водой и кусок дерева. Как определить плотность дерева?
4. В Древней Руси мерой массы мёда при продаже в другие страны являлся берковец (1 берковец равен 164 кг), продажа производилась в бочках (1 бочка=0,492 м³). Известно, что плотность мёда $\rho=1450$ кг/м³. Запишите плотность мёда в берковец на бочку. 4,35 берковец/бочка.

Разное.

1. Ученик измерил плотность деревянного бруска, покрытого краской, и она оказалась равной 600 кг/м³. На самом деле брусок состоял из двух частей, равных по массе, но плотность одной части была в два раза больше плотности другой. Найдите плотности каждой из частей бруска. 900 кг/м³. 450 кг/м³
2. Известно, что из-за высокой концентрации соли, плотность морской воды больше, чем плотность пресной, и равна приблизительно $\rho_M=1025$ кг/м³. Плотность соли равна $\rho_C=2160$ кг/м³. Посчитайте, какой процент соли (по массе) содержится в морской воде. Плотность пресной воды $\rho_0=1000$ кг/м³. 4,5%
3. Школьник Вася решил измерить среднюю плотность кубика льда. Он взвесил кубик, измерил длину его ребра, вычислил объем кубика и разделил его массу на объем. Средняя плотность ледяного кубика оказалась равна 0,5 г/см³. Тогда Вася предположил, что в ледяном кубике есть полость, заполненная воздухом. Найдите объем полости, если длина ребра кубика 3 см? 12 см³

Олимпиада:

1. Из детского конструктора взяли тонкостенный пластмассовый кубик и стали выполнять с ним различные эксперименты. Вначале кубик взвесили на весах и выяснили, что его масса равна 60 г. Затем линейкой измерили длину ребра (стороны) кубика. Она оказалась равной 5 см. Из инструкции к конструктору выяснили, что плотность пластмассы, из которой изготовлен кубик, равна 4 г/см³.
 - Чему равна толщина стенок кубика, если считать, что все стенки имеют одинаковую толщину? 1 мм
 - Чему равна средняя плотность кубика? 0,48 г/см³
 - Внутри кубика налили 100 мл воды плотностью 1 г/см³. Утонет ли этот кубик, если поместить его в сосуд с водой (вода из кубика при этом не выливается)? Известно, что тело тонет в воде, если его средняя плотность больше плотности воды. Не утонет
 - Какую максимальную массу воды можно налить в кубик, чтобы он не тонул в сосуде с водой? Ответ укажите в граммах с точностью до грамма. 65 г
2. Если в сосуд объемом V_0 , доверху заполненный жидкостью, опускать камни плотностью $\rho = 2,2$ г/см³, то в зависимости от их объема V ($V < V_0$) средняя плотность содержимого сосуда будет изменяться, как показано на графике. Определите объем сосуда V_0 и плотность жидкости ρ_0 .



Занятие 12. Равноускоренное движение.

I. Вопросы (блиц):

1. Чем отличаются друг от друга вещества различной плотности?
2. В двух мешках 140 кг муки. Если из первого мешка переложить во второй $1/8$ часть муки, находящейся в первом мешке, то в мешках будет муки поровну. Сколько муки было во втором мешке? 60 кг
3. Дочь спрашивает у отца:
 - Сколько мне лет?
 - Сейчас твой возраст составляет две пятых от моего возраста, а четыре года назад ты была в три раза младше, чем я теперь. Сколько лет дочери? 24
4. Для определения массы порции подсолнечного масла ученик измерил ее объем с использованием мерного цилиндра и получил результат: $V = (12 \pm 1) \text{ см}^3$. Чему равна масса данной порции масла с учетом погрешности измерений? $(10,8 \pm 0,9) \text{ г}$.
5. Три курицы за 3 дня снесли 3 яйца. Сколько яиц снесут 12 куриц за 12 дней? 48
6. Пятачок едет в вагоне метро и держит за верёвочку лёгкий воздушный шарик, надутый гелием. Что произойдёт с шариком, когда поезд резко затормозит?

II. Задачи:

1. При смешивании 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора? 947 кг/м^3
2. Петя пользуется не совсем точными линейкой и весами. Результаты измерений могут быть как больше, так и меньше настоящих значений. Пете известно, что при измерении линейкой результат отличается от правильного не больше, чем на 5 мм, а ошибка измерения на весах не более 50 грамм. Петя получил следующие результаты: длина кирпича 250 мм, ширина 120 мм, толщина 70 мм, масса 3 кг. В каких пределах может изменяться плотность кирпича? Через сложение относит. погрешностей и через границы $1,23 \text{ г/см}^3$ до $1,67 \text{ г/см}^3$

III. Как же вычислить мгновенную скорость тела? Для этого необходимо знать, как быстро она изменяется с течением времени. Частный случай движения с переменной скоростью – равноускоренное движение. Опыты с ПДЗМ.

t, с	S, м	$v_{\text{ср}}, \text{ м/с}$	$v, \text{ м/с}$	$a, \text{ м/с}^2$
1	0,1	0,1	0,2	0,2
2	0,4	0,2	0,4	0,2
3	0,9	0,3	0,6	0,2

Равноускоренным называют такое движение, при котором за любые равные промежутки времени скорость тела изменяется на одну и ту же величину.

Как отличить равноускоренное движение от других неравномерных движений?

Пути, проходимые равноускорено движущимся без начальной скорости телом за последовательные равные промежутки времени относятся как последовательные положительные нечетные числа: $S_1 : S_2 : S_3 = 1:3:5: \dots$

Равноускоренное движение – это движение с постоянным ускорением!

Ускорение (\vec{a}) – свойство равноускоренно движущегося тела,

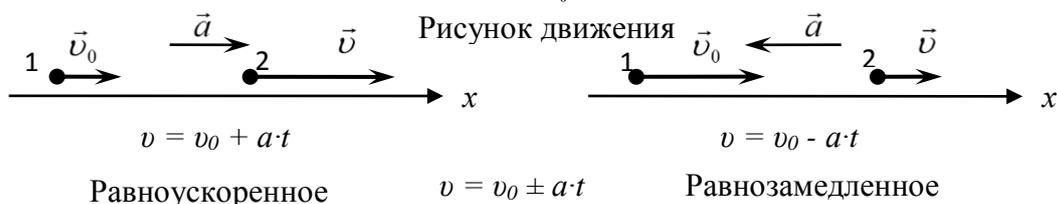
измеряемое отношением изменения скорости к промежутку времени за который

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

это изменение произошло.

Зная начальную скорость и ускорение тела, можно рассчитать скорость тела в любой момент времени:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$



Пусть задана зависимость скорости тела от времени: $v = 2 \text{ м/с} + 0,1 \text{ м/с}^2 \cdot t$. Каков характер движения тела? Чему равно ускорение тела, начальная скорость? Постройте график этой зависимости. Что можно определить по графику зависимости скорости от времени?

• Скорость тела в любой момент времени: $v_0 = 2 \text{ м/с}$; $t = 40 \text{ с}$; $v = 6 \text{ м/с}$.

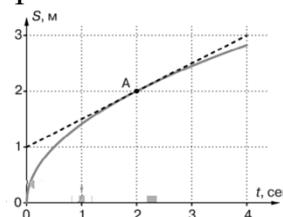
• Ускорение тела: $a = \frac{v - v_0}{t} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

• Перемещение тела?

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

IV. Задачи (блиц):

1. При ударе кузнечного молота по заготовке ускорение при торможении может быть по модулю равно 200 м/с^2 . Сколько времени длится удар, если начальная скорость молота была 10 м/с ? $0,05 \text{ с}$
2. Движущийся со скоростью 30 м/с автомобиль подвергается ускорению 2 м/с^2 в течение 5 с . Какова его конечная скорость? Какое перемещение он совершил за это время? (Задачу решить самому и рассмотреть оба варианта направления ускорения). 40 м/с . 175 м
3. Велосипедист из состояния покоя начинает прямолинейное равноускоренное движение по велодорожке в момент, когда мимо него с постоянной скоростью пробегает человек. Скорость велосипедиста в момент, когда он догнал бегуна, равна 4 м/с . Какова скорость бегуна в этот момент? 2 м/с
4. Уравнение движения материальной точки имеет вид: $x(t) = 8t - 2t^2$. Найдите координату точки через 6 с и путь, пройденный ею за это время. Постройте графики $x(t)$, $s(t)$, $v_x(t)$. -24 м . 40 м



Олимпиада:

1. Автомобиль нарушителя, двигаясь по прямолинейному участку шоссе с постоянной скоростью $V = 90 \text{ км/ч}$, проехал мимо стоявшей на обочине полицейской машины. Спустя время $\tau = 15 \text{ с}$ полиция начала преследовать нарушителя и, двигаясь равноускоренно, догнала его, пройдя расстояние $L = 1,7 \text{ км}$. Найдите ускорение a , с которым двигалась полицейская машина. Ответ выразите в м/с^2 и округлите до десятых. $1,2 \text{ м/с}^2$
2. Поезд прошел путь $S = 60 \text{ км}$ за время $t = 52 \text{ мин}$. Он начал движение с постоянным ускорением, в конце шел до остановки с таким же по величине ускорением, остальное время его скорость была равна $V = 72 \text{ км/ч}$. Найдите величину ускорения поезда. $0,17 \text{ м/с}^2$

Вопросы:

1. Два поезда идут навстречу друг другу - один ускоренно на север, а другой - замедленно на юг. Как направлены ускорения поездов?
2. Киномеханик по ошибке пустил киноленту так, что все события на экране «потекли в обратном направлении», при этом автомобили поехали назад. Как изменилась скорость автомобилей в результате ошибки? А ускорение?
3. За первую половину времени равноускоренного прямолинейного движения от остановки автомобиль проехал 100 м. Какой путь он пройдет за вторую половину времени?
4. Как направлено ускорение?
 - Бегуна на старте;
 - Велосипедиста перед пешеходным переходом;
 - Автомобиля при обгоне другого автомобиля;
 - Самолета при снижении.

Занятие 13. Свободное падение.

I. Вопросы (блиц):

1. Ускорение автомобиля 12 (км/ч)/с. Что это означает?
2. Если к деньгам Сергея прибавить еще 80% этих денег, то получится 9000 рублей. Сколько денег у Сергея? 5000 р
3. Число разделили на 7 и в частном получили 5 и остаток на 1 больше частного. Какое число разделили на 7? 41
4. Выразите ускорение 9 (км/ч)/с в единицах м/с^2 .
5. Поезд, трогаясь с места, через 10 с приобретает скорость 0,6 м/с. За какое время от начала движения скорость поезда станет равной 3 м/с. Движение поезда считать равноускоренным.
6. За первую половину времени равноускоренного прямолинейного движения от остановки автомобиль проехал 100 м. Какой путь он пройдет за вторую половину времени?
7. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, пройдет 30 м?
8. Сколько времени будет тормозить до полной остановки автомобиль, движущийся со скоростью 20 м/с, если его ускорение 5 м/с^2 ?
9. Тело движется прямолинейно равноускорено без начальной скорости. Во сколько раз путь, пройденный телом за 5 с, больше пути, пройденного за 1 с?
10. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, через 10 с после начала движения достиг скорости 54 км/ч. Найти ускорение автомобиля.

II. Задачи (блиц):

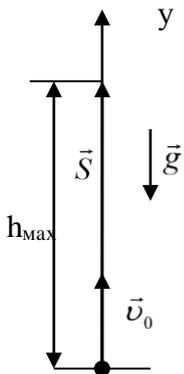
1. Скорость пули при вылете из дула 400 м/с. Длина ствола 1 м. Ускорение считать постоянным. Сколько времени пуля летела в стволе? Чему равнялось ее ускорение? 12,5 мкс. 80000 м/с^2
2. Тело движется равноускорено с начальной скоростью 10 м/с. За время 2 с оно перемещается на 40 м. Чему равна его скорость в этот момент времени? 4 м/с
3. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч,

остановился через 5 с. Найти тормозной путь. 50 м

4. Тело с начальной скоростью 10 м/с движется равнозамедленно и останавливается, пройдя 20 м. Сколько времени потребовалось до полной остановки? Чему равно ускорение тела? $2,5 \text{ м/с}^2$. 4 с.

5. Уравнение движения материальной точки имеет вид: $x(t) = 3 - 4t + t^2$. Найдите координату точки через 4 с и путь, пройденный ею за это время. Постройте графики $x(t)$, $s(t)$, $v_x(t)$. 3 м. 7 м

III. Листопад, камнепад, снегопад, водопад, падалица. Все эти слова являются



примерами падения тел на земле. Свободное падение тел и движение тела, брошенного вертикально (демонстрация).

Демонстрация свободного падения капель при стробоскопическом освещении и отношение путей, проходимых каплями в последовательные равные промежутки времени: $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 3 : 5$.

Свободное падение капель – равноускоренное движение.

Свободное падение всех тел у поверхности Земли происходит с одинаковым ускорением (закон свободного падения).

Измерение ускорения свободного падения: $g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$.

Применение формул равноускоренного движения к свободному падению. С помощью формул равноускоренного движения можно определить (начальная скорость 30 м/с):

1. Время подъема тела до максимальной высоты: $t = v_0/g = t_{\text{под}}$ и максимальную

высоту подъема: $h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g}$.

2. Глубину ущелья, если известно время падения (3 с)?

С помощью демонстрационной линейки определить время реакции ученика (выявить самого тормозного).

IV. Задачи:

1. Г. Галилей, изучая законы свободного падения (1589 г.), бросал без начальной скорости различные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни и какова их скорость при ударе о землю? 3,4 с. 33,6 м/с

2. Винни-Пух полез на высокий-превысокий дуб за мёдом и свалился. За последнюю секунду падения Винни-Пух пролетел 20 метров. Вычислите высоту высокого-превысокого дуба. 31,25 м

3. Спортсмен прыгает с вышки в воду. На сколько сопротивление воздуха увеличивает время падения, если высота вышки 10 м, а время падения 1,8 с? 0,37 с

Олимпиада:

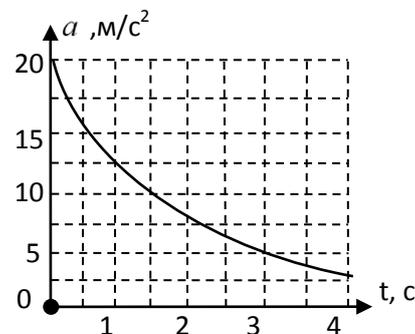
1. Тело свободно падает с высоты 10 м. Во сколько раз его средняя скорость на последнем метре пути больше средней скорости за последнюю секунду пути? Ответ: 1,51.

2. Тело бросают с высокорасположенного балкона вертикально вверх. Зависимость модуля ускорения тела от времени приведена на графике. Пользуясь данной зависимостью, оцените начальную скорость тела. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 25 м/с. Изменение скорости за 1,5 с равно площади под

графиком.

Вопросы:

1. Как Галилей ухитрился измерить время падения ядра с башни, ведь секундомеров тогда не было?
2. Петя Иванов подбросил вверх камень со скоростью 18 км/ч. Чему равно ускорение камня в самой верхней точке траектории?
3. Вертикально вниз брошен камень со скоростью 2 м/с. Во сколько раз возрастет скорость камня через 1 с после броска?
4. Почему макет крепостной стены падает быстрее, чем сама стена?
5. Пуля выпущена из винтовки вертикально вверх. Можно ли поймать пулю руками в высшей точке её траектории?
6. Что общего и в чем различие между свободным падением и равноускоренным движением?
7. Выйдя весной в чистое поле, Петя от восторга швырнул камешек вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Какая скорость окажется у камешка через 3 с?



Занятие 14. Законы Ньютона.

I. Вопросы (блиц):

1. С какой точностью можно определить плотность тела, если его масса измерена с точностью 5%, а объем с точностью 3%? 8%
2. У пятерых детей было поровну яблок. Когда трое из них съели каждый по 5 яблок, у них стало столько же яблок, как и у двух других. Сколько яблок было у каждого из них изначально? 15
3. С потолка комнаты вертикально вниз спускаются два паука. Спустившись до пола, они поднимаются обратно. Первый паук все время двигался с постоянной скоростью, а второй хотя и поднимался вдвое медленнее первого, зато спускался вдвое быстрее. Какой паук первым вернулся на потолок? Первый
4. Деревянный брусок имеет массу 20 кг. Какой станет масса бруска, если один из его размеров увеличить в 5 раз, а два других уменьшить в два раза каждый? 25 кг
5. Трава на 60% состоит из воды, а сено на 20%. Сколько сена можно получить из одной тонны травы? Надо убрать из сена 40% воды. 600 кг
6. Пеностекло получают вспениванием стекла в процессе варки, вводя воздух. Какую часть объема пеностекла занимает воздух, если его плотность 200 кг/м^3 ? Плотность стекла 2500 кг/м^3 . 0,96
7. Дима склеил чугунную пластину плотностью 7 г/см^3 и деревянный брусок плотностью $0,4 \text{ г/см}^3$ равной массы. Определите среднюю плотность получившегося тела. $0,76 \text{ г/см}^3$
8. Почему корона Гиерона вытесняла больший объем воды, чем равный ей по массе слиток золота? Мог ли Архимед разоблачить мошенников, не используя слиток золота?

II. Задачи (блиц):

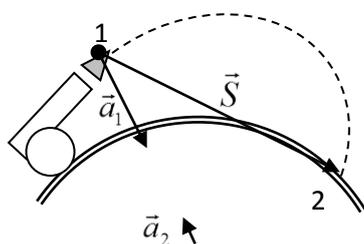
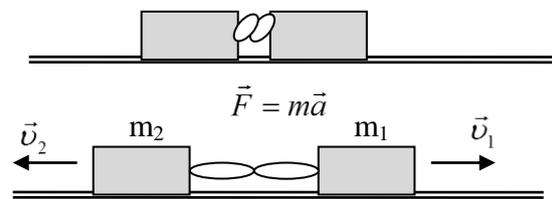
1. С бронзовой статуэтки сделали пластмассовую копию в 4 раза меньшей высоты. Плотность бронзы $8,7 \text{ г/см}^3$, плотность пластмассы $1,3 \text{ г/см}^3$. Во сколько раз масса статуэтки больше ее копии? 428

2. Планетолог исследует метеорит. Он выяснил, что половина метеорита по объему – лед плотностью ρ , треть объема метеорита камень плотностью 2ρ , а оставшаяся часть – металл плотностью 3ρ . Найдите среднюю плотность метеорита. $(5/3)\rho$

3. Чтобы приготовить гречневую кашу, 1 кг гречки залили 3 литрами воды и сварили. Известно, что плотность сухого зернышка гречки равна 1300 кг/м^3 , плотность вареного зернышка гречки 1100 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 . Сколько воды выкипело? Вода либо испаряется, либо впитывается в гречку и расходуется целиком. 2,35 кг

III. При взаимодействии двух тел ускорение больше у того тела, у которого масса меньше:

$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$. Из формулы следует, что для вычисления ускорения первого тела необходимо



знать m_1 , a_2 и m_2 . Какие тела действуют на снаряд во время полета? Земля?! Что нужно знать артиллеристу, чтобы вычислить ускорение снаряда и определить его перемещение в любой момент времени? Почему невозможно измерить ускорение Земли? Влияние одного тела на другое в физике коротко называют силой.

$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2 = \vec{F}_{21}$ или $-m_1 \vec{a}_1 = m_2 \vec{a}_2 = \vec{F}_{12} \rightarrow$ - второй закон Ньютона. Сила преодолевает инерцию и вызывает ускорение!

Чем больше сила, действующая на тело, тем с большим ускорением оно движется.

Зная силу, действующую на тело, можно вычислить его ускорение: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$.

Действие силы на тело всегда приводит к его деформации (демонстрация).

Выводы:

- Всякая сила имеет своим источником какое-то тело.
- Сила – причина изменения скорости (ускорения) тела.
- Направление ускорения всегда совпадает с направлением силы.
- Сила всегда приводит к деформации тела.
- Единица силы: 1 ньютон (1 Н) – это сила, которая телу массой 1 кг сообщает ускорение 1 м/с^2 . $[F] = [N] = \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \right]$. Единица силы не рубль и не доллар, а ньютон!

Сила (\vec{F}) – свойство тел оказывать влияние на данное тело, приводящее к его деформации или изменению скорости, измеряемое динамически произведением массы на ускорение тела.

Взаимодействие двух свободных тел: $m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$. $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

Тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной и той же прямой, равными по модулю и противоположными по направлению (**третий закон Ньютона**).

Силы взаимодействия – силы одной природы, приложены к разным телам и не могут уравновешивать друг друга. *Примеры:* процесс ходьбы, полет птицы, гравитационное взаимодействие тела и Земли, реакция и вес.

IV. Задачи (блиц):

1. На тело объемом $V = 1000 \text{ см}^3$ действует сила $F = 10 \text{ Н}$ и сообщает ускорение a

$= 2 \text{ м/с}^2$. Определите массу и плотность вещества. 5 кг. 5 г/см^3

2. Масса истребителя СУ-30 составляет 30 тонн. Во время взлёта каждый из двух двигателей развивает силу тяги, равную 125 кН. Какой минимальной длины должна быть взлётная полоса, если для взлёта необходимо набрать скорость 80 м/с. 384 м
3. Два груза массами 2 кг и 3 кг, лежащие на горизонтальном столе, связаны нитью. Когда эту систему тянут в горизонтальном направлении за первый груз с силой 80 Н, нить обрывается. Определить прочность нити. Трением пренебречь. 48 Н

Олимпиада:

1. В геометрическом центре правильного шестиугольника ABCDEF приложены силы 1 Н, 9 Н, 5 Н, 7 Н, 3 Н, 11 Н, направленные к его вершинам А, В, С, D, Е, F соответственно. Найдите построением модуль и направление равнодействующей силы. 12 Н. 30^0
2. Вертолет массой $M = 2 \text{ т}$ с грузом массой $m = 400 \text{ кг}$, висящим на тросе, взлетает вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 . В процессе взлета трос обрывается. Определите ускорение вертолета сразу после обрыва троса. $2,4 \text{ м/с}^2$
3. В лесу живут маленькие и большие гномы, которые соревнуются на ровной поляне в перетаскивании большого плоского камня. Побеждает тот, кто сдвинет этот камень в сторону противника. Известно, что четыре больших гнома, если очень-очень постараются, сдвигают этот камень, когда толкают его, с одной стороны. Но если с другой стороны камень начнут толкать 18 маленьких гномов, то камень станет двигаться уже в противоположном направлении, несмотря на усилия больших гномов. Сколько маленьких гномов достаточно, чтобы точно победить 7 больших гномов? Считать, что гномы одного роста способны развивать одинаковые усилия, и что камень во время соревнования не отрывается от земли и не зарывается в нее. 25

Вопросы:

1. Какие тела взаимодействуют при падении камня, движении спутника, автомобиля, парусной лодки?
2. В столовую в первую неделю привезли 4 одинаковых мешка крупы, а во вторую - 5 таких же мешков крупы. Всего за две недели привезли 540 кг крупы. Сколько килограмм крупы привозили в каждую неделю? 240. 300.
3. Правда ли, что в невесомости можно абсолютно безболезненно ударяться о стенки и задевать потолок головой?
4. Приведите примеры, когда две силы, приложенные к телу, компенсируют друг друга?
5. Согласны ли Вы со следующими утверждениями:
 - Если на тело не действует сила, то оно не движется,
 - Если на тело перестает действовать сила, то оно останавливается.
6. Как движется тело большой массы под действием малой силы?
7. Нет ли ошибки в утверждении: «Всякая масса поедет дальше тогда, когда вы ее давите, не только сильно, но и долго»?

Занятие 15. Силы в природе.

I. Вопросы (блиц):

1. Чем крупнее животное, тем менее резки его движения. Почему?
2. Деду 64 года, а внуку 16 лет. Через сколько лет дед станет втрое старше внука?
3. Почему отклоняется ветка, с которой вспорхнула птичка?
4. Почему трудно ходить по рыхлому снегу (песку)?
5. Зачем кузнечнику длинные задние лапки?
6. Птица находится в проволочной клетке, подвешенной к пружинным весам. Изменятся ли показания весов, когда сидевшая в клетке птица начнет летать внутри нее?
7. Почему если выпрыгивать из лодки на берег, лодка отплывает назад? Из какой лодки проще выпрыгивать, лёгкой или тяжёлой?
8. Сила вызывает у некоторого свободного тела в ИСО ускорение 3 м/с^2 . Какое ускорение вызовет в двое меньшая сила у тела в три раза большей массы? $0,5 \text{ м/с}^2$
9. Космический корабль массой 100 т начинает подниматься вверх. Сила тяги двигателей 3 МН. Определите ускорение корабля. 20 м/с^2
10. С какой максимальной скоростью может ехать игрушечная машинка, если максимальная сила тяги, которую может развить двигатель, равна $F_{\text{max}} = 10 \text{ Н}$, а сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости с коэффициентом $k = 3 \text{ кг/с}$? $3,3 \text{ м/с}$

II. Задачи (блиц):

1. Болид Формулы-1 разгоняется до скорости 108 км/ч всего за 2 секунды. Вычислите среднюю силу, действующую на машину во время разгона. Известно, что масса болида равна 550 кг. $8,25 \text{ кН}$
2. Порожний грузовой автомобиль массой 5 т начинает движение с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. После загрузки при той же силе тяги он трогается с места с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Сколько тонн груза принял автомобиль? $2,5 \text{ т}$

III. Взаимное притяжение всех тел во Вселенной называют всемирным тяготением. Сила тяжести (\vec{F}_T) – сила, с которой Земля притягивает к себе тело.

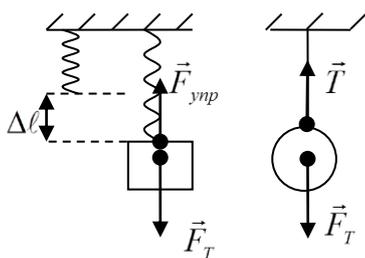
$$\vec{F} = m\vec{a} \rightarrow$$

$$F_T = mg$$

"Паспорт" силы: природа, модуль, направление, точка приложения.

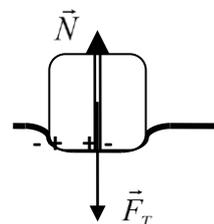
Деформация растяжения. Абсолютное удлинение. Сила упругости ($\vec{F}_{\text{упр}}$).

$$\Delta l = \frac{F}{k} \rightarrow F = k\Delta l; \quad F_{\text{упр}} = F = k \cdot \Delta l. \quad F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta l.$$

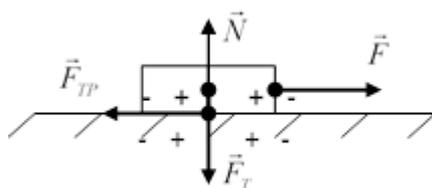


Примеры возникновения силы упругости:

1. Тело, подвешенное на пружине.
2. Если тело подвешено на нити. В ней возникает сила упругости, называемая **силой натяжения нити** (\vec{T}).
3. Когда тело ставят на опору, то опора деформируется и в ней возникает сила упругости, называемая **силой реакции опоры** (\vec{N}).



Трение скольжения. Сила трения скольжения зависит от веса тела ($P=N$), от свойств соприкасающихся поверхностей (μ), но не зависит от площади соприкосновения.

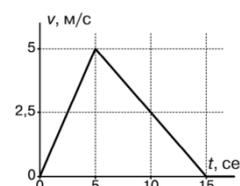


Закон Амонтона: $F_{mp} = \mu \cdot N$

Зачем нам надо знать законы динамики?

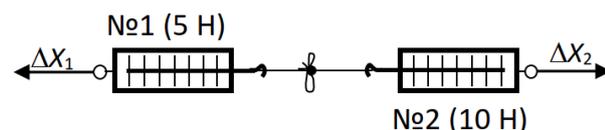
Задачи (блиц):

- К потолку над горизонтальным столом подвешена пружина. Если к ее концу прикрепить груз и дождаться установления равновесия, то груз окажется на столе при условии, что его масса не менее 400 г. С какой силой груз массой 1 кг будет давить на стол, если его подвесить к пружине? 6 Н
- На рисунке показан график зависимости скорости лыжника от времени. Вначале лыжник толкался с постоянной силой, а затем некоторое время катился по инерции. Найдите силу сопротивления, действующую на лыжника, и силу, с которой лыжник отталкивался. Масса лыжника вместе со всей экипировкой равна 50 кг. 25 Н, 75 Н
- К однородной нерастяжимой веревке массой 50 г, подвешен груз массой 400 г. Найдите силу натяжения в центре веревки. 4,25 Н



Олимпиада:

- В мерном сосуде находится 1 л неизвестной жидкости. При подвешивании его к динамометру с пределом измерения 10 Н выяснилось, что указатель сместился за границы шкалы. Ученик отлил 0,5 л жидкости и вновь подвесил сосуд к динамометру. В этот раз указатель остановился у значения 5,8 Н. Отлив еще 0,3 л жидкости и проведя измерения, ученик получил показание динамометра 3,2 Н. Определите массу мерного сосуда, первоначальную массу жидкости и ее плотность. 0,13 кг, 0,87 кг, 870 кг/м³
- У школьника есть два динамометра, №1 и №2, с длинами шкалы по $L = 20$ см. Динамометры рассчитаны на максимальную нагрузку $P_1 = 5$ Н и $P_2 = 10$ Н, соответственно. Подвижные части динамометров соединены нерастяжимой ниткой, как показано на рисунке. В исходной ситуации динамометры расположены так, что динамометр №1 показывает нагрузку величиной $F_1 = 1$ Н. Затем школьник сначала сместил динамометр №1 влево на $\Delta X_1 = 8$ см, а потом сместил динамометр №2 вправо на $\Delta X_2 = 4$ см. Каким после всех этих смещений стало показание динамометра №1? Считать, что пружины подчиняются закону Гука. 3 Н (найти жесткости пружин, общее удлинение 18 см).
- Вася взял три очень лёгкие пружины длиной 10 см каждая и жёсткостью 100 Н/м, 100 Н/м и 200 Н/м соответственно. Вася соединил три эти пружины последовательно. Чему будет равно общее удлинение пружин, если левый конец сцепки закрепить, а к правому концу прикладывать силу 2 Н? Ответ выразите в сантиметрах, округлив до целого числа. С какой максимальной жёсткостью систему можно собрать, используя эти три пружины? С какой



минимальной жёсткостью систему можно собрать, используя эти три пружины?
4 см. 400 Н/м, 40 Н/м

Вопросы (блиц):

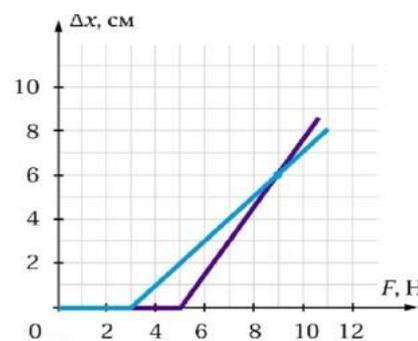
1. Брусок массой 2 кг перемещают равномерно по поверхности горизонтальной силой 1 Н. Чему равен коэффициент трения?
2. Трос выдерживает нагрузку 36 кН. Удержит ли он груз массой 4 т?
3. Заяц массой 5 кг бежал со скоростью 36 км/ч. Увидев вдалеке волка, он тут же уперся лапами в землю, но до полной остановки скользил еще 2 с. Определите силу трения заячьих лап о землю. 10 Н
4. Лошадь везет телегу. Согласно 3-му закону Ньютона, телега действует на лошадь с такой же силой, с какой лошадь действует на телегу. Так почему телега едет вслед за лошадей, а не наоборот?

Разное.

1. Полноприводный автомобиль с очень мощным двигателем разгоняется до скорости $v = 108$ км/ч за время $t = 4$ с. Определите коэффициент трения между колёсами и асфальтом. Как изменится время разгона, если после снегопада коэффициент трения станет в 2 раза меньше? 8 с
2. Если растягивать пружину силой 20 Н, ее длина станет равной 32 см. При приложении силы 60 Н, длина пружины будет 40 см. Какова длина пружины в недеформированном состоянии? 28 см

Олимпиада:

1. Иногда попадаются пружины, которые не могут до конца сжаться. На рисунке показаны диаграммы растяжения двух таких пружин. Постройте диаграмму растяжения последовательного (параллельного) растяжения этих пружин.
2. К концам А и В невесомой пружины прикреплены одинаковые кубики массой 100 г каждый: 3 кубика — к концу А, 2 кубика — к концу В. Если повесить конструкцию за конец А, то длина пружины будет равна 10 см. Если поставить конструкцию на конец В, то длина пружины окажется равной 5 см. При всех деформациях закон Гука выполняется.



- 1) Чему равна длина ненапряжённой пружины? Ответ выразите в сантиметрах. 8
 - 2) Чему будет равна длина пружины, если повесить конструкцию за конец В? 11
 - 3) Чему равна жёсткость пружины? Ответ выразите в Н/м. 100
 - 4) Чему будет равна длина пружины, если отсоединить кубики и потянуть её за концы А и В в противоположные стороны силами 4 Н каждая? 12 см
3. Ученик достал из механической ручки пружину. Оказалось, что, если поставить пружину на стол вертикально и положить на неё ластик массой 27 г,

то эта пружина сожмётся на 6 мм. Пружину можно считать невесомой. Ускорение свободного падения равно 10 Н/кг.

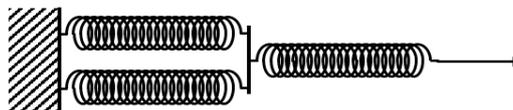
1) Какова жёсткость пружины? Ответ дайте в Н/м, округлив до целого числа.

2) Эту пружину разрезали на две части, длины которых относятся как 1:2.

Какова жёсткость длинной части? Ответ дайте в Н/м, округлив до десятых долей.

3) Далее длинную часть пружины разделили пополам и из получившихся трёх равных частей собрали конструкцию, изображённую на рисунке. Какова

жёсткость данной конструкции? Ответ дайте в Н/м, округлив до целого числа.



Занятие 16. Рычаги.

I. Вопросы блиц):

1. Одинаковая ли сила тяжести действует на два одинаковых шара, один из которых плавает в воде, а другой лежит на столе?
2. Первый турист купил топорик и спальный мешок, заплатив 18 рублей. Второй – 2 спальных мешка и рюкзак, заплатив 35 рублей. Третий – топорик, спальный мешок и палатку, заплатив 68 рублей. Четвертый – рюкзак, 2 спальных мешка и 2 палатки. Сколько заплатил четвертый турист? 135
3. Лёша случайно уронил учебник по физике за диван. Чтобы отодвинуть диван, Лёша толкает его вбок с силой 150 Н. Масса дивана 30 кг, а коэффициент трения между диваном и полом равен 0,7. Вычислите действующую на диван силу трения. 150 Н
4. Почему масса – свойство тела, а вес нет?
5. Можно ли формулу силы трения записать в векторной форме? Нет
6. Во время прыжка парашютист массой 75 кг спускается с постоянной скоростью, равной 6 м/с. Найдите силу сопротивления воздуха, действующую на парашют. 750 Н
7. Действует ли сила трения на стоящий в комнате шкаф? нет
8. Почему толстый гвоздь труднее выдернуть?
9. Кубик массой $M = 1$ кг, сжатый с боков пружинами, покоится на гладком горизонтальном столе. Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жёсткость первой пружины $k_1 = 600$ Н/м. Чему равна жёсткость второй пружины k_2 ? 800 Н/м
10. Почему два учебника физики, переплетённых своими страницами, невозможно разделить!
11. Тело массой 5 кг лежит на горизонтальной поверхности. На тело один раз подействовали горизонтальной силой 4 Н, а другой раз – горизонтальной силой 12 Н. Коэффициент трения между телом и поверхностью 0,2. Во сколько раз сила трения во втором случае больше. 2,5

II. Задачи (блиц):

1. Ослик Иа-Иа катал Винни-Пуха и Пятачка на санках. Чтобы сдвинуть санки с Винни-Пухом, ему пришлось тянуть с силой $F_1 = 130$ Н, а чтобы сдвинуть санки с Пятачком – с силой $F_2 = 50$ Н. Ослик знает, что масса Винни-Пуха $M = 60$ кг, а Пятачка $m = 20$ кг. Найдите массу санок и коэффициент трения санок о снег. С

какой силой Ослику придётся тянуть санки с Винни-Пухом и Пятачком вместе?

2. Однородный нерастяжимый канат длиной L за один конец прикреплен к потолку. Второй его конец свободно висит. Определите, во сколько раз сила натяжения каната в точке на расстоянии $L/8$ от верхнего конца больше, чем в точке, находящейся на таком же расстоянии от нижнего конца. 7

III. При каких условиях тела не получают ускорения (находятся в равновесии). При равновесии тело не должно ни двигаться, ни вращаться!

1-ое условие равновесия: Тело не движется поступательно, если векторная сумма всех внешних сил, действующих на тело, равна нулю.

При каком условии тело не будет вращаться? Рычаг представляет собой твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры.

Кратчайшее расстояние между точкой опоры и прямой, вдоль которой действует на рычаг сила, называется плечом силы. Рычаг дает выигрыш в силе во столько раз, во сколько раз плечо приложенной силы больше плеча веса тела. Произведение силы на плечо называется моментом силы: $M = F \cdot l$. Рычаг находится в равновесии, если момент силы, вызывающей его вращение по часовой стрелке, равен моменту силы, вызывающей его вращение против часовой стрелки.

Устройства, служащие для преобразования силы, называют простыми механизмами: неподвижный блок, подвижный блок, ворот, наклонная плоскость.

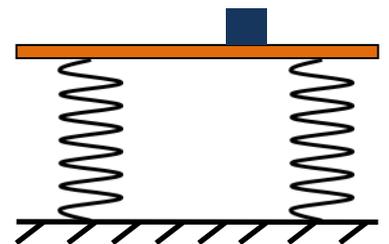
IV. Задачи (блиц):

1. Серёжа, масса которого равна 45 кг, стоит на однородной доске, левым и правым концом положенной на одинаковые весы. Масса доски 20 кг. Что покажут левые весы? Что покажут правые весы? Левые весы покажут 25 кг, правые весы покажут 40 кг.



2. Большое бревно массой $M = 100$ кг лежит на краю пропасти так, что над пропастью находится ровно треть бревна. Сможет ли Серёжа пройти до конца бревна, не упав в пропасть, если его масса $m = 40$ кг? Да!

3. На две пружины одинаковой длины, расстояние между которыми 1 м, положили невесомую доску и на нее поместили небольшой груз. Пружины деформировались, но доска осталась параллельной полу. На каком расстоянии от правой пружины находится груз, если ее жесткость в два раза больше, чем у левой пружины? $1/3$ м

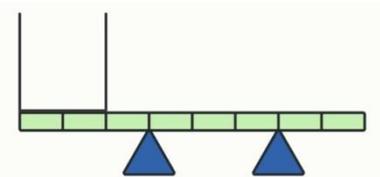


Олимпиада:

1. При каком отношении массы однородной доски к массе груза M/m сила давления доски на левую опору в три раза больше, чем на правую опору? 4

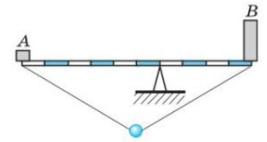


2. Однородная доска лежит на двух опорах. На доске стоит цилиндрический стакан с вертикальными стенками. В стакан начинают аккуратно наливать воду с массовым расходом $\mu = 3$ г/с. Доска начинает опрокидываться через $\tau = 1$ мин после того, как стали наливать воду. Определите массу пустого



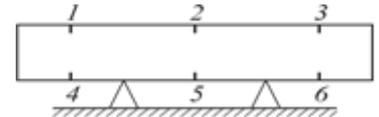
стакана, если масса доски $M = 500 \text{ г}$. 70 г

3. Два тела и бусинка, нанизанная на гладкую нить, которая прикреплена к концам однородного массивного рычага, уравновешены. Найдите массу рычага, если масса груза А равна m , груза В – $4m$, бусинки – m . $9m$

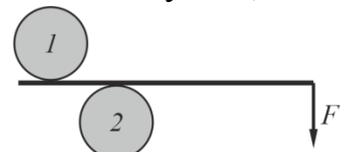


Вопросы блиц):

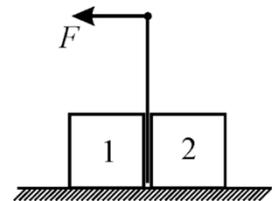
- У швабры определили положение центра тяжести и распилили её в этом месте на две части. Чья масса больше – «щетки с ручкой» или «палки»?
- Почему толстый гвоздь труднее выдернуть? В гнилой доске гвоздь не держится.
- Цилиндрическое бревно положили на две опоры и пытаются пилить в показанных на рисунках точках. В каких точках пилу заклинит, а в каких – нет? Для каких точек на этот вопрос нельзя дать однозначного ответа?



- Две одинаковые бочки стоят на полу. Между ними вставили палку так, как показано на рисунке (вид сверху), и приложили к ее концу горизонтальную силу, величину которой стали плавно увеличивать. Какая из бочек сдвинется первой?



- Между двумя одинаковыми ящиками, стоящими рядом друг с другом на шероховатом полу, вставили вертикально стержень. Нижний конец стержня немного не доходит до пола. К верхнему концу этого стержня приложили небольшую по модулю горизонтально направленную силу, а затем начали медленно её увеличивать. Какой из ящиков сдвинется с места раньше?



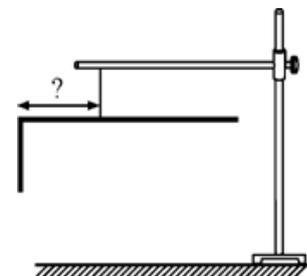
Разное.

- Столб в форме усеченного конуса длиной $L = 8 \text{ м}$ находится в равновесии в горизонтальном положении, если точка опоры расположена на расстоянии $l = 3 \text{ м}$ от широкого конца. Если точку опоры сдвинуть в середину столба, то для того, чтобы столб оставался в равновесии и в этом случае, на его узкий конец нужно подвесить груз массой $m = 50 \text{ кг}$. Чему равна масса M столба? 200 кг
- Какую массу балласта надо сбросить с равномерно опускающегося аэростата, чтобы он начал равномерно подниматься с той же скоростью? Масса аэростата с балластом 1200 кг , подъемная сила аэростата постоянна и равна $F_{\text{арх}} = 8000 \text{ Н}$

Олимпиада:

- Люся тщательно следит за фигурой и всегда взвешивает свой бутерброд перед едой. Для этого у Люси есть неравноплечие рычажные весы. Если бутерброд лежит на левой чашке весов, его уравновешивает гиря массой 100 г , а когда бутерброд лежит на правой чашке весов его уравновешивает гиря массой 400 г . Помогите Люсе определить, сколько калорий содержится в бутерброде, если энергетическая ценность 100 г бутерброда составляет 200 ккал . 200г , 400 ккал .
- Есть уравновешенная линейка длиной 30 см . Над точкой опоры линейки сидят муравей массы $0,2 \text{ г}$ и жук массы 1 г . В какой-то момент они одновременно стартуют и движутся с постоянными скоростями так, чтобы линейка все время оставалась в равновесии. Муравей добежал до своего края линейки за 1 минуту . Найдите скорость (в сантиметрах в минуту), с какой полз жук.

3. Кусок однородной проволоки согнули в виде буквы Г так, что длинный и короткий участки этой фигуры имеют длины 48 см и 16 см. К согнутой проволоке прикрепили нить в одной точке, а другой конец этой нити привязали к штативу. При этом проволоочная фигура висит так, что её длинный участок горизонтален. На каком расстоянии от места изгиба проволоки находится точка прикрепления к ней нити? Ответ выразите в см, округлите до целого числа. Чему равен модуль силы натяжения нити, если 1 метр этой проволоки имеет массу 40 г?



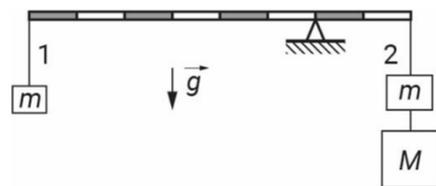
Занятие 17. Блоки.

I. Вопросы (блиц):

1. Для чего при вытаскивании гвоздей из доски подкладывают под гвоздодер железную полоску или дощечку?
2. 5 кошек поймали 5 мышек за 5 минут. Сколько кошек поймают 10 мышек за 10 минут? 5
3. Почему в бурю ель вырывается с корнем, а у сосны ломается ствол?
4. Бревно положили одним концом на одни весы, а другим концом – на другие. Первые весы показали 200 кг, а вторые – 100 кг. Сколько весит бревно? Где находится его центр тяжести? 3 кН, 1/3 бревна от тяжелого конца.
5. К концам стержня массой $m = 2$ кг и длиной $L = 120$ см подвешены грузы массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг. На каком расстоянии от точки подвеса надо подпереть стержень, чтобы он оказался в равновесии?
6. Почему резко стартовый мотоцикл «встает на дыбы»?
7. Почему нельзя встать со стула, если не наклонить корпус вперед?
8. Почему дверную ручку укрепляют не на середине двери, а у края?
9. Зачем у подъемного крана делают противовес?

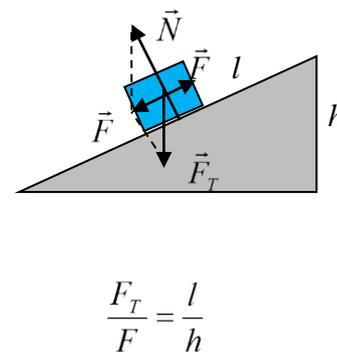
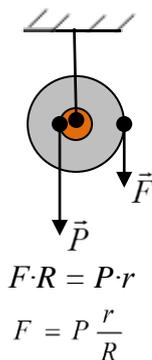
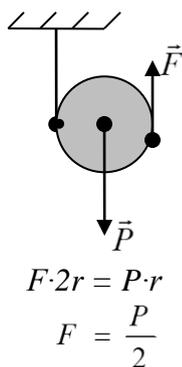
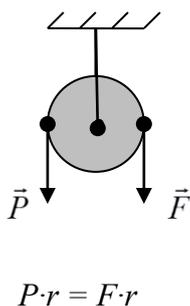
II. Задачи:

1. На качелях одного удава уравнили 38 попугаев, сидящих плотной группой в 2 м от оси качелей. Из них 12 попугаев пересели на 1 метр дальше от оси качелей, а 8 попугаев пересели ближе к оси. Куда именно они пересели, если качели остались в равновесии? 0,5 м
2. Однородный лёгкий рычаг помещён на опору и уравновешен системой грузов. Масса $m = 0.1$ кг.
 - 1) Определите силу натяжения нити 1. 1 Н
 - 2) Определите силу натяжения нити 2. 3 Н
 - 3) Определите силу реакции в шарнире. 4 Н
 - 4) Определите массу M . 0,2 кг
 - 5) На сколько делений придётся сдвинуть рычаг для восстановления равновесия, если убрать груз M ? На 2 деления



III. Применение условий равновесия к простым механизмам. Устройства, служащие для преобразования силы, называют простыми механизмами.

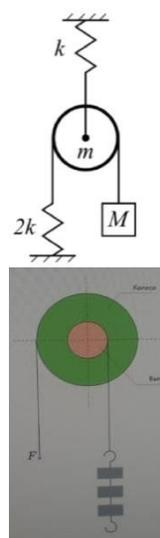
Неподвижный блок. Подвижный блок. Ворот. Наклонная плоскость.



Метательные орудия – рычаги: катапульта (баллиста), требует (длина рычага до 20 м, масса противовеса до 2 т). Применение ворота: подъем ведра в колодце, отвертка, скалка, вращающиеся двери, колеса.

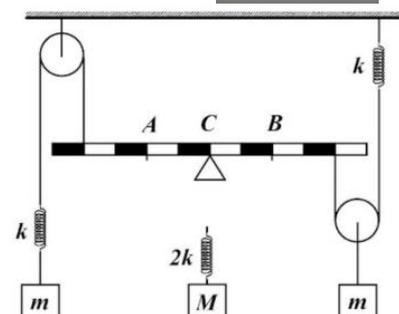
IV. Задачи:

1. Конец пружины прикреплен к полу. Определите, насколько растянута каждая пружина, если система находится в равновесии. Обе нити невесомые и нерастяжимые, пружины расположены вертикально, массами пружин можно пренебречь, трение в оси блока отсутствует. $\Delta l_2 = Mg/2k$. $\Delta l_1 = 2Mg/k$



2. Ворот состоит из вала и колеса. Радиус колеса в 2,5 раза больше радиуса вала. Определить массу одного груза, если для подъема трех одинаковых грузов, закрепленных на валу, к ободу колеса прикладывают силу 60 Н.

3. На рисунке изображена система, в которой блоки и рычаг невесомы и не имеют трения в осях и опоре С, пружины невесомы, нити нерастяжимы и невесомы. Участки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны. Известно, что $k = 30$ Н/м и $m = 60$ г. Нарушится ли равновесие, если рычаг отпустить? нарушится



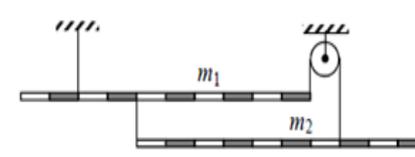
1) В какой точке следует подвесить груз массой М, чтобы равновесие восстановилось? Сами выбираем (например, два деления слева от С)

2) Чему должна быть равна масса груза М? Ответ выразите в граммах. 240 г

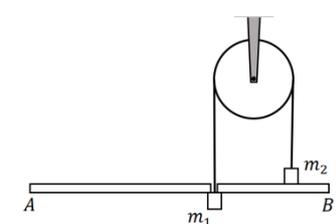
3) Чему равно удлинение пружины, на которой подвешен груз М? 4 см

Олимпиада:

1. Система, состоящая из двух однородных стержней разной плотности, находится в равновесии. Масса верхнего стержня 4.2 кг. Трение пренебрежимо мало. Определите, при какой массе m_2 нижнего стержня возможно такое равновесие. 2,45 кг

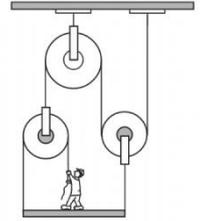


2. Однородная доска АВ имеет длину $L = 1$ м и массу $M = 3$ кг. В доске просверлили тонкое сквозное отверстие. Расстояние от края А доски до отверстия равно $h = 60$ см. Через это



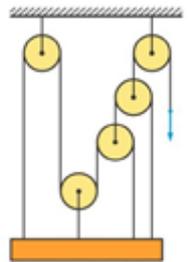
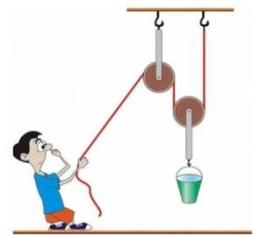
отверстие проходит нить, перекинутая через блок и связывающая два металлических цилиндра разной массы. Диаметр блока равен $d = 15$ см. Система находится в равновесии. Масса цилиндра, расположенного под доской, равна $m_1 = 1$ кг. Найдите массу m_2 второго цилиндра. Ответ выразите в кг, округлите до целого числа. Ответ 8

3. Человек стоит на платформе и тянет веревку с такой силой, чтобы система блоков не двигалась. Для этого он прикладывает силу, равную 200 Н. Найдите массу платформы, если масса человека равна 80 кг. Считается, что все блоки невесомы. Трением между блоками и нитью пренебречь. 40 кг



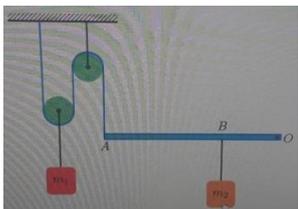
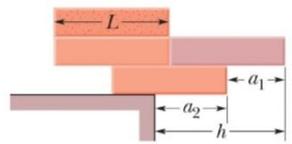
Вопросы (блиц):

1. Выловил рыбак сома и решил поразить нас, его весом: перекинул шнурок через блок, подвешенный к пружинным весам, укрепленным на потолке, к одному концу шнура привязал сома, а второй конец шнура прикрепил к полу. Весы показали 150 Н. Каков вес сома?
2. Какой выигрыш в силе дает комбинация блоков на рисунке?
3. Человек массой 70 кг удерживает при помощи неподвижного блока груз массой 20 кг. С какой силой он давит на землю? С какой силой он тянет веревку? Веревка невесома и вертикальна, трения в блоке нет. 200 Н, 500 Н
4. На каком расстоянии от левого конца невесомого рычага нужно разместить точку опоры O , чтобы рычаг находился в равновесии? Длина рычага 60 см, масса первого груза вместе с блоком 2 кг, масса второго груза 3 кг. 45 см
6. Почему у консервного ключа для закручивания крышек длинная ручка?
7. Почему, когда не удастся открутить винт рукой, прибегают к помощи отвертки?
8. Какой выигрыш в силе дает система из идеальных блоков и нитей, указанная на рисунке?



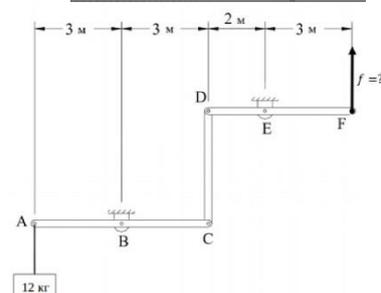
Разное.

1. Четыре одинаковых однородных кирпича длиной L уложены друг на друга, как показано на рисунке. Каким образом надо подобрать длины a_1 и a_2 , чтобы h было максимальным? Определите максимальное значение h .
2. Невесомый рычаг находится в равновесии. Чему равна масса m_1 , если длина рычага $AO = 40$ см, $AB = 10$ см, $m_2 = 6$ кг?



Олимпиада:

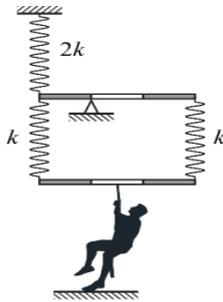
1. На рисунке показана система из трех стержней AC , CD и DF , шарнирно соединенных друг с другом. Стержни AC и DF также имеют шарнирное закрепление в неподвижных точках B и E . К стержню AC в точка A подвешен груз массой $M = 12$ кг. Какую вертикальную силу f нужно приложить к



стержню DF в точке F, чтобы удерживать стержни AC и DF в горизонтальном положении, а стержень CD в вертикальном положении? Решить задачу для двух случаев: а) если стержни легкие; б) если все стержни однородные и каждый имеет массу 2 кг.

2. Система состоит из трёх лёгких пружин и двух лёгких стержней. Коэффициенты жёсткости пружин указаны на рисунке. Верхний стержень на трети своей длины прикреплен к шарнирной опоре.

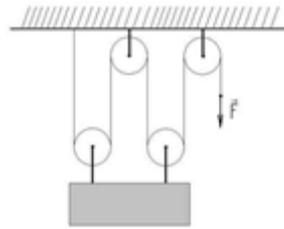
- 1) Как изменится (в какую сторону и на сколько) длина верхней
- 2) пружины, если к середине нижнего стержня приложить внешнюю силу F , направленную вертикально вниз?
- 3) Чему равен коэффициент k_0 – жёсткости системы, если на неё действовать внешней вертикальной силой, приложенной к середине нижнего стержня? Углы поворота стержней малы. Пружины остаются вертикальными.



Занятие 18. Давление.

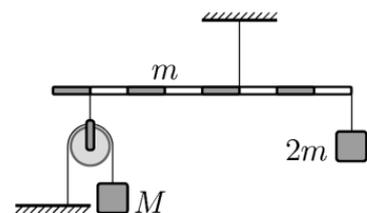
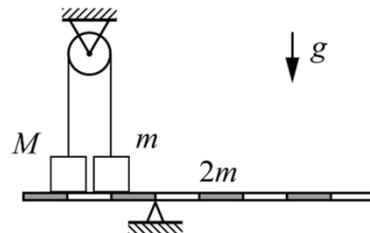
I. Вопросы (блиц):

1. На рычаг, находящийся в равновесии, действуют силы 10 Н и 4 Н. С какой силой рычаг давит на опору? Массой рычага пренебречь. 14 Н
2. У Тани и Димы денег поровну. Какую часть денег должна Таня отдать Диме, чтобы у него стало в два раза больше, чем у нее? $1/3$
3. Если к моим деньгам добавить половину их и еще 10 рублей, то у меня станет 100 рублей. Сколько у меня денег? 60 рублей
4. Какой выигрыш в силе дает изображенная на рисунке система блоков? На практике часто применяют комбинацию (систему) неподвижного и подвижного блоков. Такая комбинация называется полиспастом блоков. 4
5. Почему во время прыжка с трамплина лыжник наклоняет корпус вперед?
6. При сложении двух целых чисел Коля поставил лишний ноль на конце одного из слагаемых и получил в сумме 6641 вместо 2411. Какие числа складывал Коля? 470



II. Задачи (блиц):

1. При каких значениях масс груза M возможно равновесие системы, приведенной на рисунке, если $m = 4,0$ кг? Горизонтальный рычаг массой $2m$ разделен на 8 одинаковых участков. Нить выдерживает максимальное натяжение $T_0 = 25$ Н. $g = 10$ Н/кг. $2 \text{ кг} < M < 5,75 \text{ кг}$
2. Система из однородной балки массы m , груза массы $2m$, блока, груза массы M и невесомых, нерастяжимых нитей, изображенная на рис.2, находится в равновесии.
 - 1) Найдите массу груза M . $5m/8$
 - 2) С какой скоростью начнёт подниматься груз массы $2m$, если груз массы M начать опускаться вниз со скоростью $u = 1$ м/с? $3/8$ м/с
3. На двух нитях висит однородный стержень массы M . К его левому краю



прикреплена нить, перекинутая через подвижный блок, который удерживает груз (Рис. 2). При каких значениях массы m этого груза система будет находиться в равновесии. Массой блока и нитей можно пренебречь. Отметки на стержне делят его на семь равных частей. $M/3 < m < 5M$

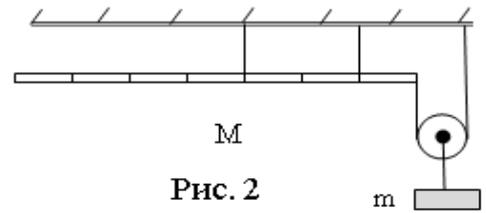


Рис. 2

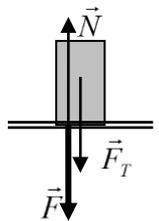
III. Результат действия силы зависит не только от ее модуля, но и от площади той поверхности, перпендикулярно которой она действует.

Давление (P) – свойство тел оказывать влияние на данное тело при соприкосновении с ним, измеряемое отношением силы, действующей перпендикулярно поверхности тела, к площади этой поверхности: $P = \frac{F}{S}$

Прочность (p_{\max}) – максимальное давление, которое может выдержать материал, не разрушаясь. *Задача:* Сможет ли мальчик массой 50 кг пройти по льду, выдерживающему давление 30 кПа, если площадь каждой ступни мальчика 125 см^2 ?

Внутри жидкости существует давление и на одном и том же уровне оно одинаково по всем направлениям. С глубиной давление увеличивается.

$$p = \frac{F}{S} = \rho \cdot g \cdot h \text{ - гидростатическое давление (давление неподвижной жидкости).}$$



Давление жидкости на дно сосуда зависит только от плотности и высоты столба жидкости (гидростатический парадокс).

IV. Задачи (блиц):

1. Какой должна быть высота H цилиндрического сосуда, чтобы сила давления на его боковую поверхность была равна силе давления на дно сосуда? Сосуд имеет радиус R . $H = R$
2. Чтобы во время паводка вода не захлестнула плотину, в ней на расстоянии 2 м от дна водоёма открывается задвижка, открывающая сливной канал. Каково давление на этом уровне, если высота плотины 8 м, а уровень воды перед плотиной ниже на 50 см? 55 кПа
3. Группа полярников идёт к станции по свежеснегавшему снегу. Первым едет снегоход общей массой 850 кг и площадью гусениц $3,5 \text{ м}^2$. За снегоходом идут полярники в снегоступах. Один из них заметил, что если стоять на свежеснегавшем снегу, то ноги не проваливаются в снег, а при ходьбе снегоступы ощутимо проваливаются в снег. Будут ли проваливаться снегоступы, если полярник пойдёт по следу снегохода? Масса полярника 90 кг. Общая площадь снегоступов 4460 см^2 . После снегохода 2430 Па, 2020 Па (если стоять)

Олимпиада:

1. Определить ширину прямоугольного вертикального щита, если глубина воды по одну сторону от щита $h_1 = 3 \text{ м}$, по другую $h_2 = 2 \text{ м}$, а равнодействующей сил гидростатического давления воды $F = 97890 \text{ Н}$. 4 м
2. На край симметричной пустой тумбочки, стоящей на двух опорах, положили небольшой однородный брусок массой 1 кг,



как показано на рисунке. Сила давления правой опоры тумбочки на пол в 1,2 раза больше силы давления левой опоры на пол.

- 1) Найдите массу тумбочки. 10 кг
 - 2) Какое среднее давление оказывает тумбочка на пол, если площадь сечения каждой опоры равна 40 см^2 ? 27,5 кПа
 - 3) Брусок какой массы нужно дополнительно положить на левый край тумбочки, чтобы сила давления правой опоры тумбочки на пол стала в 1,2 раза меньше силы давления левой опоры на пол? 2,2 кг
3. Незнайка решил построить дом из кубиков. Для фундамента он разложил одинаковые кубики массой 76 г по сторонам квадрата в несколько слоев. Но площадь дома оказалась маленькой. Тогда Незнайка сложил новый фундамент. Новая сторона квадрата была теперь на 9 кубиков больше, и кубики лежали в два слоя. Оказалось, что суммарная сила, с которой фундамент давил на опору не изменилась, а давление со стороны нижних кубиков на опору уменьшилось в 1,5 раза и составило 196 Па. Найдите вес кубиков, которые использовал Незнайка во втором случае. Площадь грани кубика. Массу кубиков в нижнем слое фундамента в первом случае. Во сколько раз увеличилась площадь внутри дома из-за переделки фундамента. Число кубиков в одном слое 18, общее число 216.

Вопросы (блиц):

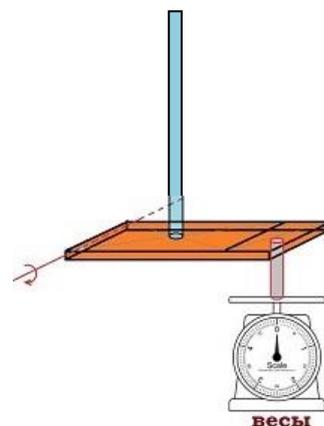
1. Почему острый гвоздь забить легче, чем тупой?
2. Перечислите способы, с помощью которых можно увеличить или уменьшить давление.
3. Когда больше вязнут ноги человека при переходе по болоту: когда он стоит, или, когда делает шаг?
4. Зачем у лопаты верхний край, на который надавливают ногой, изогнут, а нижний – заострен?
5. Противолодочный корабль сбрасывает мины, которые взрываются на заданной глубине. Каков принцип положен в основу взрывного устройства такой мины?
6. Самое главное в бронежилетах – распределить нагрузку на как можно большей площади. Так ли это?

Разное

1. Имеются два резервуара, которые могут вместить одинаковое количество воды. Первый резервуар имеет форму прямоугольного параллелепипеда (S - площадь основания, h - высота). Второй резервуар — форму цилиндрической трубки с малым радиусом r и большой высотой H . Дно представляет собой доску, которая может прижиматься к резервуару с помощью стального цилиндра, который установлен на весах. Доска может легко вращаться, относительно оси, проходящей через ребро. Точки приложения совпадают.

1) Какие показания будут у весов в первом и втором случаях?

2) В каком случае на прижимную доску будет оказываться большее давление?



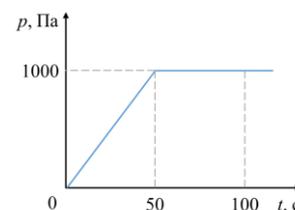
Олимпиада:

1. На столе стоят один на другом два однородных куба. Длина ребра нижнего куба в 3 раза больше, чем длина ребра верхнего. Определите отношение плотности материала верхнего куба к плотности материала нижнего, если верхний куб оказывает на нижний в 2 раза меньшее давление, чем нижний на стол. 1,6

Занятие 19. Давление газа.

I. Вопросы (блиц):

1. В одну мензурку налили воду, а в другую опустили пружину той же массы. В чем отличие ситуаций?
2. Три охотника сварили кашу. Первый дал 2 кружки крупы, второй – 1, а третий дал 5 патронов в качестве платы за кашу. Все ели поровну. Как следует разделить патроны между первым и вторым охотниками? 5 патронов первому!
3. В каком случае сила, с которой жидкость давит на дно сосуда, не равна ее весу (гидростатический парадокс)?
4. Высота пирамиды Хеопса приблизительно равна 140 метров, а масса – более 6 миллионов тонн. У Маргариты есть точная копия пирамиды высотой 14 сантиметров, изготовленная из того же материала. Во сколько раз отличаются давления, оказываемые на поверхность оригинальной пирамидой и копией? 10^{-3}
5. Почему человек может ходить по берегу моря, покрытому галькой, не испытывая болезненных ощущений, и не может идти по дороге, покрытой щебенкой?
6. В цилиндрический сосуд, площадь которого равна 20 см^2 , налили 1 литр воды. Каким будет давление воды на стенки сосуда на высоте 10 см от дна? 4 кПа
7. Масса одного тела в 10 раз больше массы другого. Площадь опоры второго тела в 10 раз меньше площади опоры первого. Сравните давления, оказываемые этими телами на поверхность стола. Одинаковы
8. Почему при большой скорости автомобиля на дороге, покрытой слоем воды, шина не успевает продавить водную пленку, и он может полностью потерять контакт с дорогой?



II. Задачи (блиц):

4. В сосуд постоянного сечения $S = 100 \text{ см}^2$ наливают из крана воду так, что в сосуд попадает одинаковое количество воды за равные промежутки времени. Используя показанный на рисунке график зависимости давления p воды на дно сосуда от времени t , определите: 1) скорость подъема уровня воды в сосуде; 2) объем сосуда. 0,2 см/с; 1 л
5. На плоский вертикальный прямоугольный затвор шириной $d = 5 \text{ м}$, высотой $h = 4 \text{ м}$ и толщиной $\ell = 0,1 \text{ м}$, который может перемещаться в вертикальных пазах, действует сила давления воды, уровень которой слева $h_1 = 3,8 \text{ м}$ и справа $h_2 = 1,4 \text{ м}$. Коэффициент трения в пазах $\mu = 0,4$. Средняя плотность материала затвора $\rho = 7,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Определите:
 - равнодействующую силу R от двухстороннего давления воды на затвор;
 - начальное подъемное усилие T . 312 кН; 274,8 кН

6. На столе лежит сделанное из пластилина тело в форме куба и оказывает на стол давление 100 Па. Когда сверху на это тело положили стальной куб, ребро которого в 2 раза больше ребра пластилинового куба. Пластилин расплющился, и площадь его контакта со столом увеличилась вдвое. Чему стало равно давление на стол? Плотность пластилина 1400 кг/м³, плотность стали 7800 кг/м³. 2960 Па (общий вес на площадь расплющенного пластилина)

III. Газы не сохраняют ни объема, ни формы, занимая весь предоставленный объем. Чем же обусловлено давление газа на стенки сосуда? Удары молекул газа о стенки сосуда. Например, число ударов молекул воздуха в комнате о площадку 1 см² в 1 с порядка 10²³. "Лилипуты, если их много, могут победить и Гулливера" (аналогия со стрельбой из автомата по мишени и механическая модель давления газа). **Метод размерностей:** $p \sim m_0^\alpha n^\beta v^\gamma$.

$[Па] = [кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-2}] = [кг^\alpha \cdot м^{-3\beta} \cdot м^\gamma \cdot с^{-\gamma}] = [кг^\alpha \cdot м^{-1} \cdot с^{-2}] \rightarrow \alpha = 1; -3\beta + \gamma = -1; \gamma = -2;$
 $\rightarrow \alpha = 1; \gamma = 2; \beta = 1$. Следовательно: $p \sim m_0 n v^2$.

Давление газа на стенки сосуда вызывается ударами молекул газа.

Газ давит на стенки сосуда по всем направлениям одинаково.

При уменьшении объема газа его давление увеличивается и наоборот.

Сила давления сжатого газа: $F = p \cdot S$. Поршень преобразует хаотическое движение молекул сжатого газа в поступательное движение самого поршня.

При увеличении температуры газа его давление увеличивается и наоборот.

IV. Задачи (блиц):

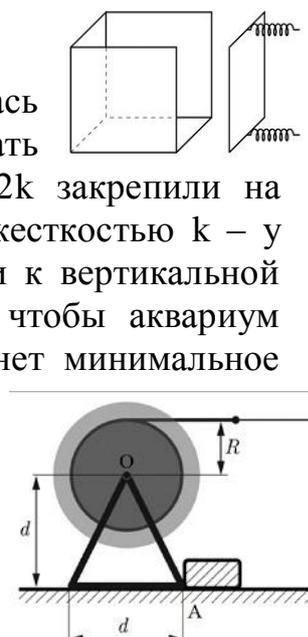
1. Радиус купола парашюта $R = 6$ м, масса парашютиста $m = 72$ кг. Найдите, насколько среднее давление воздуха на нижней стороне купола больше среднего давления на верхней его стороне при равномерном опускании парашютиста. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². 6,4 Па
2. Опыт Герике с «Магдебургскими полушариями» состоял в том, что два медных полуцилиндра плотно соединились основаниями и из получившегося цилиндра выкачивался воздух. Атмосферное давление настолько плотно прижимало полуцилиндры друг к другу, что их могли разъединить только с помощью нескольких лошадей. Определить, сколько лошадей нужно для отрыва полуцилиндров, если каждая лошадь тянет с силой 2 кН? Радиус полуцилиндра 30 см, атмосферное давление равно $p = 100$ кПа. 14

Олимпиада.

1. У кубического тонкостенного аквариума с ребром ℓ разбилась боковая стенка. Новую стенку ($\ell \times \ell$) решили прижать пружинными фиксаторами. Первую пружину жесткостью $2k$ закрепили на середине верхнего ребра новой стенки, а вторую пружину жесткостью k – у середины нижнего ребра. После этого аквариум придвинули к вертикальной стене. Каким должно быть минимальное сжатие пружин, чтобы аквариум можно было наполнить водой с плотностью ρ ? Каким станет минимальное сжатие пружин, если их поменять местами?

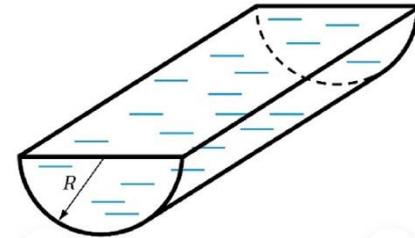
$$\Delta \ell = \frac{\rho g \ell^3}{4k}$$

2. С катушки, которая может вращаться вокруг металлической трубы, закрепленной на треугольной опоре, равномерно



сматывают кабель, вытягивая конец кабеля с известной горизонтальной силой $F = 100 \text{ Н}$. При вращении катушки момент силы трения между трубой и катушкой относительно оси вращения катушки равен $M_0 = 15 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Можно считать, что сила трения равномерно распределена по поверхности трубы. Чему должна быть равна суммарная масса m трубы, катушки и опоры, чтобы опора при сматывании кабеля не переворачивалась? Считать известными величины $R = 0,25 \text{ м}$ и $d = 0,5 \text{ м}$. Правый нижний угол опоры упирается в бетонный блок, жестко закрепленный на земле. 24 кг

3. Корыто, имеющее форму половины цилиндра радиусом R , до краев заполнено жидкостью плотностью ρ . Длина корыта ℓ . Найдите силу давления жидкости на корыто F_1 . Найдите силу давления воздуха на поверхность корыта F_2 . Атмосферное давление равно p_0 . Давит весом на дно, а повернешь – на боковушку: $F = \frac{\pi}{2} R^2 L \rho g$



Вопросы (блиц):

1. Объясните технику выдувания стекла с точки зрения физики.
2. Почему торпеды нельзя использовать на большой глубине?
3. Для подводных лодок устанавливается глубина, ниже которой они не должны опускаться. Чем объясняется существование такого предела?
4. Почему при накачивании воздуха в шину автомобиля с каждым разом становится все труднее двигать ручку насоса?
4. На дно пустого цилиндрического сосуда постоянного сечения $S = \pi a^2$, где $n = 7$, положили ледяной кубик, длина ребра которого равна a . Через некоторое время кубик растаял. Во сколько раз изменилось давление на дно сосуда? Во сколько раз изменилась сила, действующая на дно сосуда? Давление уменьшилось в 7 раз, сила не изменилась.
5. Ствол артиллерийского орудия имеет стенки разной толщины. В казенной части они толще. Почему?
6. При каком условии нагревание газа не приводит к изменению его плотности?
7. Почему сильный ветер ломает лиственные деревья летом гораздо чаще, чем зимой?
8. Почему звезды не падают с башен Кремля во время урагана?
9. Зависит ли давление автомобиля на грунт от давления внутри баллона колеса?

Олимпиада.

Занятие 20. Сообщающиеся сосуды.

I. Вопросы (блиц):

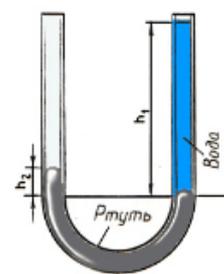
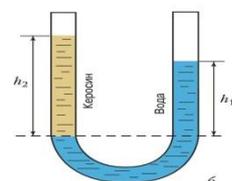
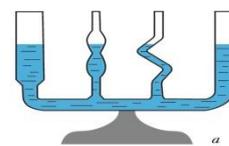
1. У костра можно видеть, как от горящих поленьев с треском разлетаются искры. Почему?
2. Оля говорит Коле:
 - Дай мне 2 яблока, тогда яблок у нас будет поровну.
 - Нет, лучше ты дай мне 2 яблока, тогда у меня будет вдвое больше, чем у тебя.
 Сколько яблок у каждого из них сейчас? У Коли 14, а у Оли 10.

3. Как зависит давление машины на асфальт от давления воздуха в колёсах? Равны ли они? Возрастает с увеличением давления. Равны.
4. Каким самым простым способом удаляют вмятину, которую получила оболочка мячика настольного тенниса?
5. Известно, что давление газа увеличивается при увеличении температуры газа. Тогда почему зимой и летом атмосферное давление приблизительно одинаково?
6. Чтобы вдохнуть воздух, человек при помощи мышц расширяет грудную клетку. Почему воздух входит при этом в легкие?
7. Почему ведра обычно делают в виде усеченного конуса?
8. Почему водолазу в легком скафандре необходимо подавать воздух под давлением, равным давлению воды на глубине, на которой он находится?

II. Задачи: (блиц):

1. Плоскодонная баржа получила пробоину в дне площадью сечения 200 см^2 . С какой силой нужно давить на пластырь, которым закрывают отверстие, чтобы сдержать напор воды на глубине $1,8 \text{ м}$? 360 Н
2. С какой силой действует вода на пробку в дне бака? Площадь пробки $S = 2 \text{ см}^2$. Высота слоя воды в бочке $H = 1,5 \text{ м}$. Сколько воды вытечет из бочки за 1 с , если убрать пробку? 3 Н . $1,1 \text{ кг}$.

III. Сообщающиеся сосуды – сосуды, которые могут обмениваться жидкостью друг с другом. В сообщающихся сосудах любой формы поверхности однородной жидкости устанавливаются на одном уровне при условии, что давление воздуха над жидкостью одинаково. А если в сосудах находятся несмешивающиеся жидкости разной плотности? Расчеты у доски: $p_1 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1$, $p_2 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$, $p_1 = p_2 \Rightarrow \rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$. При равенстве давлений высота столба жидкости с большей плотностью будет меньше высоты столба жидкости с меньшей плотностью (высоты столбиков несмешивающихся жидкостей обратно пропорциональны их плотностям).



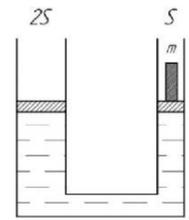
IV. Задачи: (блиц):

1. В сообщающихся сосудах находится ртуть и вода. Высота столба воды в правом колене 68 см . Насколько уровень ртути в левом колене выше уровня ртути в правом колене? Какой высоты столб керосина следует налить в левое колено, чтобы ртуть установилась на одинаковом уровне? 5 см ; 85 см
2. В широкий сосуд с водой вертикально установлена длинная трубка, площадь поперечного сечения которой 2 см^2 . Нижний конец трубки находится на 10 см ниже уровня воды. Какую максимальную массу масла можно налить в трубку, чтобы масло не выливалось из неё через нижнее отверстие? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность масла 800 кг/м^3 . 20 г
3. Колена сообщающихся сосудов представляют собой три одинаковые вертикально расположенные трубки диаметром 2 см каждая. Трубки частично заполнены водой. В одну из трубок заливают масло объёмом 100 см^3 , при этом

масло не перелилось в другие трубки. Насколько повысится уровень воды в остальных трубках? Плотность масла $0,8 \text{ г/см}^3$. $8,6 \text{ см}$

4. Сообщающиеся цилиндрические сосуды заполнены жидкостью плотности ρ и закрыты легкими поршнями. Площади сосудов равны S и $2S$. В меньший сосуд кладут гирьку массой m . Насколько сместится каждый поршень к

моменту установления равновесия? $x = \frac{m}{1,5\rho S}$



Олимпиада:

1. В длинную U-образную трубку с площадью сечения $S = 8 \text{ см}^2$, налита вода. В левое колено этой трубки кладут кусочек дерева массой $m = 4 \text{ г}$ так, что он плавает, а в правое колено наливают столб масла высотой $H = 5 \text{ см}$. Насколько поднимется уровень воды в левом колене трубки по сравнению с первоначальным уровнем (в левом легкий поршень $1,75$ или без него 2)?

2. Два вертикальных цилиндрических сосуда, закрытых легкими поршнями, соединили тонкой трубкой с краном. В сосудах под поршнями находится вода плотности ρ . Диаметры сосудов d и $2d$. Поршни плотно прилегают к стенкам и могут двигаться вдоль них без трения. В начальный момент кран закрыт, а поршни находятся в равновесии на одинаковой высоте H относительно дна сосудов. Затем на поршни ставят гири. В узкий сосуд ставят гирю массой m , в широкий – $5m$. Определите высоты, на которых окажутся поршни в сосудах после того, как кран откроют, и система придет в новое положение равновесия.

$$x = \frac{m}{3\rho\pi d^2}$$

3. В длинную тонкую трубку залили равные объёмы двух несмешивающихся жидкостей с различными плотностями, заполнив её ровно наполовину. Трубку свернули в кольцо, расположив его в вертикальной плоскости. Угол, который составляет с вертикалью отрезок, проходящий через границу раздела жидкостей и центр кольца, равен $\alpha = 10^\circ$. Найдите плотность лёгкой жидкости ρ_2 , если плотность тяжёлой известна и равна $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$. Ответ: 700 кг/м^3 .
4. Три одинаковых сообщающихся сосуда частично заполнены водой. Когда в левый сосуд налили слой керосина высотой 20 см , а в правый – высотой 25 см , то уровень воды в среднем сосуде повысился. Насколько повысился уровень воды в среднем сосуде? 12 см

Вопросы:

1. В каких случаях «нарушается» закон сообщающихся сосудов?
2. Почему уровень океана может изменяться в данном месте из-за изменения солёности воды или нагрева?
3. Каким образом проводница узнает в поезде об уровне воды в котле?
4. Каким образом сообщающиеся сосуды можно использовать в качестве измерителя плотности?
5. Выходя из последнего шлюза Панамского канала, корабли медленно выплывают в океан, не включая ходового двигателя. Какие же силы заставляют их двигаться?

6. Объясните принцип действия водопровода, "сработанного" еще рабами Рима.

Разное.

1. Давление в каждой из четырех шин автомобиля 0,2 МПа. Каков вес автомобиля, если площадь соприкосновения каждой шины с грунтом 500 см^2 ?
40 кН

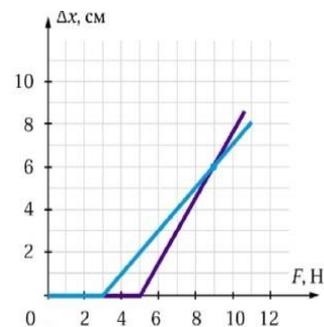
Олимпиада;

1. В U-образной трубке постоянного сечения, прямые отрезки которой расположены вертикально, было налито некоторое количество воды с плотностью $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$. В нее с двух сторон аккуратно доливают маслянистые жидкости (не смешивающиеся с водой): в первом колене жидкость с плотностью $\rho_1 = 0,6 \text{ г/см}^3$ образует в трубке столбик длиной $L_1 = 60 \text{ мм}$, во втором колене жидкость с плотностью $\rho_2 = 0,75 \text{ г/см}^3$ образует в трубке столбик длиной $L_2 = 40 \text{ мм}$. В состоянии равновесия обе границы раздела жидкостей находятся в вертикальных участках трубки.

1) В каком из колен (первом или втором) уровень поверхности жидкости выше?

2) Найдите разность высот уровней жидкости Δh . 14.

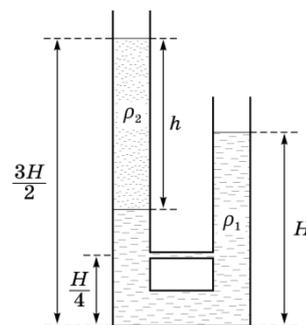
3) На сколько нужно увеличить длину столбика долитой жидкости в колене, поверхность жидкости в котором находится ниже, чтобы уровни сравнялись? 56



2. Иногда попадаются пружины, которые не могут до конца сжаться. На рисунке показаны диаграммы растяжения двух таких пружин. Постройте диаграмму растяжения последовательного (параллельного) растяжения этих пружин.

3. В три высоких сообщающихся сосуда с вертикальными стенками и площадью поперечного сечения S , S и $2S$ налита вода. В один из узких сосудов наливают столбик керосина высотой 15 см, а в другой узкий сосуд кладут резиновый мячик массой 300 г так, что он плавает, не касаясь стенок и дна сосуда. Определите, насколько повысится после этого уровень жидкости в широком сосуде. Площадь $S = 100 \text{ см}^2$.

4. Два сообщающихся сосуда с одинаковой площадью сечения S соединены дополнительной тонкой трубкой на высоте $H/4$ от их дна. В сосуды налили жидкость с плотностью ρ_1 . После этого в левый сосуд добавили жидкость с плотностью $\rho_2 < \rho_1$, высота столба которой оказалась равной h (см. рисунок). Высота столба жидкости в правом сосуде равна H , а суммарная высота столба жидкости в левом сосуде равна $(3/2)H$. Жидкости не смешиваются.



1) Чему равна плотность ρ_2 , если плотность ρ_1 известна? $\rho_2 = \rho_1(1 - H/2h)$

2) В левом сосуде на жидкость положили массивный поршень. Поршень скользит без трения, а жидкость между поршнем и стенками сосуда не подтекает.

3) Определите, при какой массе m поршня верхние границы жидкостей в левом и правом сосуде в положении равновесия будут расположены на одном уровне. $m = \rho_1 H(2H - h)S/2h$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Разумовский и др.; Ред. А.В. Перышкин. – М.: Просвещение, 1984.
2. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. Сборник задач по физике для 8 – 10 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1978
3. В.А. Касьянов. Физика. 10, 11 кл. – М.: Дрофа, 2002.
4. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
5. В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин и др. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. - М.: Просвещение, 1972.
6. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир, 1989.
7. А.А. Найдин. Использование обобщающих таблиц при формировании понятий. Физика в школе, 3 (1989).
8. О.Я. Савченко. Задачи по физике. Новосибирский государственный университет, 1999.
9. Н.В. Любимов, С.М. Новиков. Знакомимся с электрическими цепями. – М.: Наука, 1972.
10. Дж. Оррир. Физика: Пер. с англ. - М.: Мир, 1981.
11. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
12. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
13. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. Физика: Учебное пособие: В 3 кн. – М; ФИЗМАТЛИТ, 2004.
14. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика: Учебник для 10-11 классов с углубленным изучением физики. – М.: Дрофа, 2010 г.
15. А.А. Найдин. Система задач из одной задачи?! //ИД "Первое сентября", газета "Физика", № 8, 2011 г.
16. А.А. Найдин. Как научить школьников открывать и применять законы? ж. «Физика в школе», №7, 2012 г.
17. Исаков А. Я. Физика. Решение задач ЕГЭ, часть 1 - 9. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012.
18. Славов А.В., Щеглова О.А., Абражевич Э.Б., Чудов В.Л., ФИЗИКА, ЗАДАЧИ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ, ТЕСТЫ. «Издательский дом МЭИ», 2016
19. Физика. 10—11 кл.: Сборник задач и заданий с ответами и решениями. Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / С.М. Козел, В. А. Коровин, В. А. Орлов. — М.: Мнемозина, 2001. — 254 с.: ил.
20. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. <https://naidin.ru>