

# Физикус 3, 2012, ноябрь



## Содержание:

А знаете ли вы, что.../ **стр. 2**  
Хронология изобретений XXI в./ **стр. 3**  
Физический словарь/ **стр. 3**  
Андре-Мари Ампер/ **стр. 4**  
А ты пробовал? Опыты/ **стр. 5**  
Физика на пороге XXI в./ **стр. 6**  
Физические ребусы/ **стр. 8**  
Кроссворд «Занимательная физика»/ **стр. 9**  
Кроссворд по теме «Тепловые явления»/ **стр. 10**  
Кроссворд на тему «Зависимость силы тока от напряжения. Электрическое

сопротивление проводников»/ **стр. 10**  
Кроссворд на тему «Оптическая сила линзы»/ **стр. 10**  
Кроссворд на тему «Световые явления»/ **стр. 11**  
Кроссворд на тему «Агрегатные состояния вещества»/ **стр. 11**  
Кроссворд для старшеклассников/ **стр. 11**  
Кроссворд на тему «Планеты, звезды, спутники»/ **стр. 12**  
Физика в стихах/ **стр. 12**  
По страницам книги «Мир в движении»/ **стр. 13**

Эксперименты:  
Замороженные мыльные пузыри/ **стр. 15**, Объемное зрение/ **стр. 16**, Карандаш на острие/ **стр. 16**  
Интересные факты/ **стр. 17**  
Невероятное/ **стр. 20**  
Физики шутят/ **стр. 20**  
Загадки «Что это?»/ **стр. 21**  
Загадки о физическом объекте или явлении / **стр. 21**  
Тайна Пизанской башни/ **стр. 22**  
Решение задач по теме "Линзы. Построение изображений в тонкой линзе. Формула линзы"/ **стр. 24**

Интернет-олимпиада РБ 2009, физика, I тур, 10 класс, решения задач/ **стр. 29**  
Интернет-олимпиада РБ 2009, физика, II тур, 10 класс, решения задач/ **стр. 33**  
Ребусы и физика/ **стр. 36**

**Редактор:** СИНИЦА А.А.,  
УЧИТЕЛЬ ФИЗИКИ И  
ИНФОРМАТИКИ ГИМНАЗИИ  
№1 Г. СВИСЛОЧЬ

Помощник редактора:  
ФИЛАТОВА С.Н., УЧИТЕЛЬ  
ФИЗИКИ СШ №2  
Г.СВИСЛОЧЬ

**Физикус** – газета для любителей и знатоков физики, а также всех, кто хочет учиться и научиться... Вы держите в руках второй номер газеты «Физикус». Каждый номер – это выпуск одного из учреждений образования.



Сегодня физику представит СШ №2 г.Свислочь. В 2012-2013 учебном году в гимназии работают 60 педагогов, обучается 455 учащихся.

### Как всё начиналось...

На основании решения исполкома Совета народных депутатов №36 от 10 августа 1982 года была открыта средняя школа №2 в городском посёлке Свислочь по улице Красноармейской 25. Первым директором школы стала Якута

Ольга Ивановна, заместителем директора по учебно-воспитательной работе - Трофимик Ирина Антоновна (учитель русского языка и литературы), заместителем директора по учебно-воспитательной работе в начальной школе на 0.5 ставки- Гирей Мария Александровна (учитель начальных классов), организатор внеклассной и внешкольной работы Свислочьской СШ№2- Березина Галина Михайловна (учитель математики).



**Филатова Светлана Николаевна** – учитель физики СШ №2 г.Свислочь с августа 2012 года, до августа 2012 работала учителем Полонковской средней, а затем базовой школы. Закончила Гродненский государственный университет имени Я.Купалы.

# А знаете ли вы, что...

Во многих источниках, зачастую с целью ободрения плохо успевающих учеников, встречается утверждение, что Эйнштейн завалил в школе математику или, более того, вообще учился из рук вон плохо по всем предметам. На самом деле все обстояло не так: Альберт ещё в раннем возрасте начал проявлять талант в математике и знал её далеко за пределами школьной программы. Позднее Эйнштейн не смог поступить в Швейцарскую высшую политехническую школу Цюриха, показав высшие результаты по физике и математике, но не добрав нужное количество баллов в других дисциплинах. Подтянув эти предметы, он через год в возрасте 17 лет стал студентом данного заведения.



Если вы оказались в падающем лифте, самой лучшей стратегией для увеличения шансов выжить будет лечь на спину и постараться занять как можно большую площадь пола. В таком случае сила удара будет максимально распределена по поверхности тела. Распространено мнение, что нужно просто подпрыгнуть во время удара, но это заблуждение — вряд ли кто-то способен точно угадать время столкновения и прыгнуть с той же скоростью, с какой лифт падает.



В горной местности можно увидеть облака, которые могут висеть неподвижно даже при очень сильном ветре — они называются лентикулярными. Объясняется это тем, что ветер движет воздушные массы определёнными потоками, или волнами, обтекая различные препятствия. На гребнях таких волн или между двумя слоями воздуха и образуются лентикулярные облака. Их устойчивость обусловлена одновременными процессами конденсации водяного пара на высоте точки росы и испарениями водяных капель при нисходящем движении воздуха. Эти облака обычно имеют округлую форму, поэтому их часто принимают за НЛО.



Существует оптическое явление, которое можно назвать перевернутой радугой, хотя случается оно очень редко. Такая радуга появляется только при выполнении нескольких условий. В небе на высоте 7—8 км должна быть тонкая завеса перистых облаков, состоящих из кристалликов льда, а солнечный свет должен упасть на них под определённым углом, чтобы разложиться на спектр и отразиться в атмосферу. Цвета в радуге «вверх ногами» располагаются тоже наоборот: фиолетовый сверху, а красный — внизу.



Сидящая на проводе высоковольтной ЛЭП птица не страдает от тока, потому что её тело — плохой проводник тока. В местах прикосновения птичьих лап к проводу создается параллельное соединение, а так как провод гораздо лучше проводит электричество, по самой птице бежит очень малый ток, который не может причинить вреда. Однако стоит птице на проводе коснуться ещё какого-нибудь заземлённого предмета, например металлической части опоры, она сразу погибает, ведь тогда уже сопротивление воздуха по сравнению с сопротивлением тела слишком велико, и весь ток идёт по птице.



Американский самолёт-разведчик SR-71 Blackbird при обычной температуре имеет в своей обшивке зазоры. В полёте обшивка разогревается из-за трения о воздух, и зазоры исчезают, а охлаждает обшивку топливо. Но в обычном состоянии на земле самолёт теряет, пусть и в небольших количествах, топливо через эти щели. По этой причине (а также для уменьшения взлётной скорости путём экономии массы) сначала в самолёт заправляется только небольшое количество горючего, и уже в воздухе происходит дозаправка.



Если сваренное яйцо крутануть на гладкой поверхности, оно быстро завертится в заданном направлении и будет вращаться довольно долго, а сырое остановится гораздо раньше. Это происходит потому, что крутое яйцо вращается как единое целое, а у сырого — содержимое жидкое, слабо связанное со скорлупой. Поэтому, когда начинается вращение, жидкое содержимое из-за инерции покоя отстаёт от вращения скорлупы и тормозит движение. Также во время вращения можно на короткий момент остановить вращение пальцем. По тем же причинам вареное яйцо сразу остановится, а сырое будет продолжать крутиться после того, как убрать палец.



Когда гоночный болид едет по трассе, между его днищем и дорогой может создаваться очень низкое давление, достаточное для поднятия крышки канализационного люка. Так произошло, например, в Монреале в 1990 году на гонке спортпрототипов — крышка, поднятая одним из болидов, ударила следующий за ним болид, из-за чего начался пожар и гонка была остановлена. Поэтому сейчас во всех гонках болидов по городским улицам крышки привариваются к ободу люка.



# Хронология изобретений XXI в.

**2001**

Цифровое спутниковое радио;  
Автономное искусственное сердце;  
Гибкий дисплей  
«Умная пыль»  
Гиперакустический летательный аппарат: Boeing X-43;  
Алгоритм PageRank: Сергей Брин, Ларри Пейдж.

**2004**

Нейро-компьютерный интерфейс: Брауновский университет (вживление чипа BrainGate в мозг человека).  
Гибкие солнечные батареи;  
Прототип нейтронного микроскопа: NIST;  
Атомные часы на чипе;  
Наноманипулятор Каллеппера: Мартин Каллеппер;  
Полевой транзистор на углеродной нанотрубке: Infineon;  
Нейтронный микроскоп (создан в NIST).

**2007**

Гибкие аккумуляторы света;  
Преобразователь механической вибрации в электрическую энергию для нанороботов;  
Компьютерные системы распознавания лиц, превосходящие возможности человека;  
Интерфейс, считывающий направление взгляда человека;  
Поляритонный лазер, работающий при комнатной температуре;  
Беспроводная подзарядка аккумуляторов мобильных устройств.

**2002**

Искусственная сетчатка глаза;  
Проекционная клавиатура: Фирмы Canesta и VKB;  
Нанотехнологические водо- и грязеотталкивающие покрытия;  
«Умные» лыжи с активной компьютерной стабилизацией: компания Head NV;  
Аэрогель;  
Microsoft Tablet PC — начало эры планшетных компьютеров.

**2005**

Цифровой синтезатор запахов: Памбук Сомбук;  
Ноутбук на топливных элементах;  
Кремниевый робот-мышца;  
Прототип полевого транзистора на одной молекуле;  
Робот, создающий свои копии (репликатор);  
Электронная бумага;  
Цифровой фотоградиционный атлас земной поверхности Google Maps.

**2008**

Искусственная хромосома; Крейг Вентер;  
Большой адронный коллайдер;  
Осциллограф, позволяющий в деталях изучать профиль ультракоротких световых вспышек;  
Наноматериалы, напрямую преобразующие радиацию в электричество;  
Мемристор;  
Динамическая архитектура: Дэвид Фишер;

**2003**

Электронная сигарета: компания RuyanGroup Ltd;  
Стереоскопический 3D-дисплей: компания A.C.T. Kern;  
Мозговой интерфейс (без вживления электродов);  
Электромеханический наномотор;  
Интерфейс для мысленного управления объектами (без вживления электродов).

**2006**

Настольный 3D-сканер;  
Первая автономная мобильная наномашина;  
Электронный нос;  
Терагерцовый транзистор;  
Самовосстанавливающиеся краски и покрытия;  
Эмиссионный дисплей на углеродных нанотрубках.

**2009**

Передача мысли в Интернет: университет Висконсина;  
Использование ГМ вирусов для производства батареек: Массачусетский технологический институт;  
Первый плавучий ветряк (Турбина);  
Мономолекулярный диод;  
Зарядное устройство на метанолле;  
Невидимый вентилятор (Вентилятор без лопастей);  
Самовосстанавливающаяся электроника;  
Искусственные протезы артерий, со способностью к пульсации;  
Первый биологический 3D-принтер;

## Физический словарь

**Вес тела** - физ. единица измерения силы электрического тока в системе СИ.

**Давление** - физическая величина, равная отношению силы к площади поверхности приложения этой силы.

**Вакуум** - физ. среда, содержащая газ при давлениях значительно ниже атмосферного.

**Кинематика** - физ. раздел механики, изучающий движение тел, не вдаваясь в вызывающие его причины.

**Гироскоп** - физ., техн. прибор в виде вращающегося на вертикально стоящей оси тела, служащий для поддержания в состоянии равновесия каких-либо предметов.

**Инертность** - свойство тела сохранять состояние равномерного прямолинейного движения или покоя, когда действующие на него силы отсутствуют или взаимно уравновешены.

**Колориметр** - прибор для контроля цвета источников света, экранов мониторов и др. действие которого основано на измерении интенсивности световых потоков основных цветов, дающих при смешении цвет, неотличимый от измеряемого.

**Градус** - единица измерения температуры.

**Диффузия** - взаимное проникновение соприкасающихся веществ друг в друга вследствие теплового движения частиц.

**Динамика** - раздел механики, изучающий движение тел под воздействием сил.

**Голограмма** - запись интерференционной картины с помощью голографии.

**Кипение** - действие по значению гл. кипеть; процесс, происходящий с жидкостью, когда пар образуется не только на поверхности, а из всего объема выходят пузырьки с паром.



# Андре-Мари АМПЕР

## Один из величайших физиков



Андре-Мари Ампер (фр. Andre Marie Ampere;) годы жизни: 22 января 1775 — 10 июня 1836. Знаменитый французский физик, математик и естествоиспытатель.

Член Парижской Академии наук. Член многих академий наук, в частности иностранный почётный член Петербургской Академии наук (1830). Джеймс Максвелл назвал Ампера «Ньютоном электричества».

Ампер Андре Мари – родился 22 января 1775 г. в семье лионского коммерсанта. Отец его имел хорошую библиотеку, и еще четырнадцатилетним мальчиком Ампер прочитал с большим увлечением все 20 томов знаменитой «Энциклопедии» Дидро и Даламбера. Когда библиотека отца была исчерпана, Ампер стал ездить в городскую библиотеку, чтобы изучать труды великих ученых. В течение нескольких недель он освоил латинский язык, чтобы читать произведения в подлинниках. (Впоследствии он в совершенстве овладел греческим и итальянским языками.) Ампер увлеченно изучал математику и естественные науки по трудам Эйлера, Бернулли и других ученых.

С 1803 г. Ампера назначают преподавателем Лионского лицея. Научные склонности Ампера проявились рано. В 13 лет он представил в Лионскую академию сочинение о квадратуре круга, считая, что нашел решение старинной задачи о построении квадрата, равного по площади кругу. В 1802 г. Ампер публикует работу по теории вероятностей «Соображения о математической теории игры», после чего в 1804 г. ему было предложено место, правда, пока релетитора, в Политехнической школе Парижа. В 1807 г. он стал ее профессором.

Жизнь Ампера была тяжелой, его все время преследовали несчастья: казнь отца, потеря первой жены, неудачный второй брак, несложившаяся жизнь сына и т. д.

Работая преподавателем, Ампер не бросил занятия математикой, и в 1814 г. за ряд интересных работ был избран членом Парижской академии наук. С 1820 г. с того памятного заседания академии 4 сентября, Ампер усиленно занялся электричеством, разработав его новый раздел - электродинамику. И то, что сделал Ампер, вызывает у нас восхищение, а то, как он сумел это сделать, - изумление.

С огромным нетерпением Ампер дождался заседания 11 сентября, на котором Араго, собрав несложную установку, продемонстрировал опыт Эрстеда. Да, ученые своими глазами увидели, что электричество и магнетизм взаимодействуют друг с другом.

Зволованный Ампер сломал голову бегит к слесарю, чтобы заказать необходимые приборы, поставить их дома и срочно все только что увиденное проделать своими руками. Пока слесарь исполнял заказ, Ампер сам соорудил небольшой лабораторный стол. В его распоряжении оказался сначала небольшой вольтов столб. Ученый убеждается, что магнитная стрелка, поднесенная к проводу, поворачивается, если цепь замкнута. Если же цепь разомкнута, то эффект полностью пропадает. Значит, магнитные явления сопутствуют не статическому, а вольтовско-гальваническому электричеству, причем величина магнитного действия зависит от интенсивности движения электричества. Для измерения этой интенсивности Ампер впервые в мире вводит понятие силы тока. Не случайно, что

единица силы тока - ампер - увековечила этот факт. На следующем заседании академии, 18 сентября 1820 г. хотя к этому времени часть приборов еще не была готова, Ампер решил выступить и рассказать о том, что ему уже ясно, и о том, что и с помощью каких приборов надо еще проверить. Ампер закончил свое выступление следующими словами: «Я описал приборы, которые я намереваюсь построить, и среди прочих гальванические (т. е. обтекаемые током) спирали и завитки. Я высказываю ту мысль, что последние должны производить во всех случаях такой же эффект, как магниты, ...и сведу тем самым все магнитные явления к чисто электрическим эффектам». Поистине пророческие слова. А уверенный тон Ампера, которым они были высказаны, заставляет думать о том, что основные контуры его учения, сводящего магнетизм к круговым токам, стали ему ясны в течение одной-двух недель.

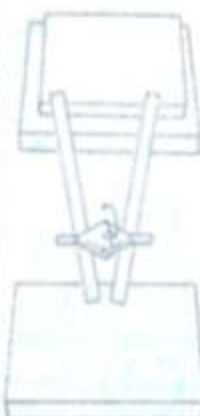
И вот 19 сентября Ампер спешит со своими помощниками обнаружить предполагаемый эффект, а он упрямо не наблюдается. Снова опыты и снова безрезультатные. А ведь 25 сентября Ампер должен продемонстрировать все то, о чем утверждал на прошлом заседании академии. Не теряя уверенности, ищет он причину неудач, решая, наконец, что виной всему является слабость батарей. С большим трудом достав более мощный вольтов столб, Ампер с фанатичной настойчивостью вновь принялся за опыты. И опыты один за другим стали подтверждать его предположения. Более того, два прямых проводника, по которым протекал электрический ток, притягивались и отталкивались, как магниты. И когда 25 сентября 45-летний Ампер вновь поднялся на кафедру академии, он уже мог доказать свои взгляды, высказанные неделю назад. Он демонстрирует взаимодействие не только спиралевидных токов, но и прямых. Он формулирует никому до сих пор не известный закон: «Два электрических тока притягиваются, когда они идут параллельно в одном направлении; они отталкиваются, когда идут в противоположных направлениях». Еще не успеваешь пройти изумление аудитории, а Ампер продолжает: «Все явления, которые представляют взаимодействие тока и магнита, открытые Эрстедом, входят как частный случай в законы притяжения электрических токов». Так было сделано новое великое открытие. Интересно отметить, что на этом же заседании Араго рассказал, как ему удалось намагнитить швейную иглу, пропуская через нее ток. Ампер тут же заметил, что намагничивание можно значительно усилить, если взять провод в виде спирали, как это делал он, и вставить внутрь иглу. Итак, ничего не подозревавший Ампер изобрел электромагнит! Но он не оценил этого, не оценил его замечания по достоинству и Араго. А честь открытия электромагнита досталась английскому физiku Вильяму Стёрджону в 1825 г.

Работа Ампера над созданием электродинамики продолжалась вплоть до 1826 г., когда вышел в свет его основной, обобщающий все опыты труд под названием «Теория электродинамических явлений, выведенная из опыта». В этой работе Ампером была разработана не только качественная теория, но и количественный закон для силы взаимодействия токов. Это один из основополагающих законов электродинамики, из которого вытекает целый ряд следствий. Многие физики отмечали универсальность формулы Ампера, пронизательность ее автора. Пожалуй, наиболее емкую и точную характеристику открытий Ампера дал основоположник теории электромагнитного поля Д. Максвелл: «Исследования Ампера, в которых он установил законы механического взаимодействия электрических токов, принадлежат к числу самых блестящих работ, которые были проведены когда-либо в науке. Теория и опыт как будто в полной силе и законченности вылились сразу из головы этого «Ньютона электричества». Его сочинение совершенно по форме, недостижимо по точности выражений и в конечном счете приводит к одной формуле, из которой можно вывести все явления, представленные электричеством, и которая навсегда останется основной формулой электродинамики». Трудно представить себе более высокую оценку, чем та, которую дал английский физик своему французскому коллеге, везен в Париж на Монмартрское кладбище. На его надгробном памятнике высечены слова: «Он был так же добр и так же прост, как и велик». Но трудная жизнь великого французского ученого не стала легче несмотря на его известность. Он по-прежнему был вынужден тратить свои последние деньги на покупку необходимого оборудования. По три-четыре месяца, забросив работы по электродинамике, Ампер инспектировал училища далеких департаментов, проверяя ненавистные для него расходы на мел, чернила, мебель, контролируя знания учеников по разным предметам. Он мучился от своего бессилия, от необходимости тратить драгоценное время на совершенно пустые занятия, посланные для любого инспектора. По возвращении в Париж с него требовали отчеты, бумажные циркуляры. Чиновникам Франции, видимо, доставляло удовольствие «ставить на место» ученого-оригинала, этого «странного» Ампера - пусть не воображает о себе бог знает что. А он не воображал. Он был чрезвычайно, до болезненности скромным. И когда его труды были оценены по достоинству, «Ньютона электричества» уже не было в живых. Он умер в Марселе в 1836 г. по дороге на юг, где надеялся поправить свое нигде не годное здоровье. В 1869 г. прах Ампера из Марселя был перевезен в Париж на Монмартрское кладбище. На его надгробном памятнике высечены слова: «Он был так же добр и так же прост, как и велик».



# А ты попробовал?

## Что куда движется?



**ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Показать, как место расположения центра тяжести может повлиять на движение тела.

**МАТЕРИАЛЫ:** Две рейки длиной около метра: три книги (не менее 3 см толщины), клейкая лента, две одинаковых воронки.

**ПРОЦЕСС:**

Положите на пол или на стол две книги одну на другую, а на расстоянии, чуть меньшем длины рейки, положите третью.

Положите одну рейку мостиком между книгами. Вторую поместите рядом так, чтобы получился острый угол, вершина которого должна находиться на книге, лежащей отдельно.

Соедините воронки широкими концами и скрепите клейкой лентой.

Поместите воронки между реек на вершину образованного ими угла.

**ИТОГИ:** Воронки катятся вверх по рейкам.

**ПОЧЕМУ?** Увиденная нами картина вовсе не означает что воронки не подчиняются закону тяготения. На самом же деле, когда сами воронки движутся, как нам кажется, вверх, их центр тяжести (точка, к которой приложен вес предмета) перемещается вниз. Обратите внимание на то, что центр скрепленных воронок перемещается вниз по мере того, как сами воронки движутся вдоль идущих вверх реек.

## Магнит из гвоздя



**ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Показать, что электрический ток образует магнитное поле.

**МАТЕРИАЛЫ:** метр изолированного провода толщиной до 1 мм, длинный железный гвоздь, батарейка на 6 вольт, металлические скрепки, взрослый помощник.

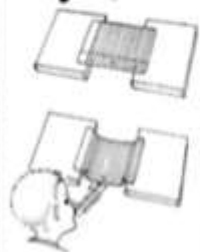
**ПРОЦЕСС:**

Туго намотайте провод вокруг гвоздя, оставив у каждого конца около 15 см свободного провода. Попросите помощника, соскрести изоляцию с обоих концов провода. Укрепите конец провода у одного полюса батарейки. Прикоснувшись свободным концом провода к другому полюсу, гвоздем коснитесь ручки скрепок. Поднимите гвоздь, не убирая концов провода с полюсов батарейки. Когда гвоздь начнет нагреваться, отсоедините провод от батарейки.

**ИТОГИ:** Скрепки прилипают к гвоздю.

**ПОЧЕМУ?** Вокруг всех проводов есть магнитное поле, которое содержит электрический ток. У прямых проводов магнитное поле очень слабое. В нашем опыте его сила увеличилась благодаря тому, что мы обмотали провод вокруг гвоздя и пропустили по проводу электрический ток из батарейки. Железный гвоздь намагнитился и притянул к себе скрепки.

## Гнущийся лист



**ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Выяснить, как взаимосвязаны скорость воздуха и его давление.

**МАТЕРИАЛЫ:** две одинаковые по размеру книги, линейка, лист писчей бумаги, соломинка для коктейлей.

**ПРОЦЕСС:**

Положите обе книги на стол на расстоянии около 10 см одна от другой. Положите лист бумаги на края обеих книг, чтобы он мостиком лег между ними. Направьте соломинку под лист бумаги между книгами. Из всех сил дуйте через соломинку.

**ИТОГИ:** Когда вы дуете под лист бумаги, он бумаги прогибается вниз.

## Щелчок



**ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Показать, как заряженные частицы издают звук.

**МАТЕРИАЛЫ:** ножницы, линейка, пластилин, большая металлическая скрепка, что-нибудь шерстяное: шарф, пальто или свитер из сто-процентной шерсти, прозрачная пластиковая салфетка.

**ПРОЦЕСС:**

Отрежьте полоску салфетки (3смх20см).

Пластилином прикрепите скрепку к столу так, чтобы она была в вертикальном положении.

Оберните шерсть вокруг пластика и быстро протрите пластик через ткань. Прodelайте это три раза.

Быстро поднесите кусок пластика к вер-ху скрепки.

**ИТОГИ:** Послышался треск.

**ПОЧЕМУ?** С шерсти на пластик попадают электроны. Они собираются вместе, пока их общей энергии не хватит для того, чтобы по воздушному промежутку перебраться с шерсти на скрепку. Из-за движения электронов в воздухе образуются звуковые волны, в результате чего слышен треск.

## Электрическая расческа



**ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Зарядить предмет статическим электричеством.

**МАТЕРИАЛЫ:** ножницы, салфетка, линейка, расческа.

**ПРОЦЕСС:**

Отмерьте и отрежьте от салфетки полоску бумаги (7см x 25 см).

Нарежьте на бумаге длинные тонкие полоски, ОСТАВЛЯЯ край нетронутым (по рисунку).

Быстро расчешитесь. Ваши волосы должны быть чистыми и сухими. Приблизьте расческу к бумажным полоскам, но не касайтесь их.

**ИТОГИ:** Бумажные полоски тянутся к расческе.

**ПОЧЕМУ?** "Статическое" — значит неподвижное. Статическое электричество — это собравшиеся вместе отрицательные частицы под названием электроны. Вещество состоит из атомов, где вокруг положительного центра — ядра — вращают электроны. Когда мы причешемся, электроны как бы стираются с волос и попадают на расческу. Та половина расчески, которая коснулась ваших волос, получила отрицательный заряд. Бумажная полоска состоит из атомов. Мы подносим к ним расческу, в результате чего положительная часть атомов притягивается к расческе. Этого притяжения между положительными и отрицательными частицами достаточно, чтобы поднять бумажные полоски вверх.

## Сколько силы в пальцах?



**ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Показать рычаг второго рода.

**МАТЕРИАЛЫ:** две круглые зубочистки.

**ПРОЦЕСС:**

Положите зубочистку серединой на средний палец (ближе к ногтю), а на концы — указательный и безымянный.

Попытайтесь сломать зубочистку, падл вив на нее указательным и безымянным пальцами. Передвиньте зубочистку на середину пальца. Снова попытайтесь сломать зубочистку.

**ИТОГИ:** Когда зубочистка находилась на кончиках пальцев, сломать ее было почти невозможно.

# Физика на пороге XXI века...



Двадцатое столетие называют веком войн и социальных революций, что совершенно справедливо, и Россия здесь получила, как говорится, сполна, больше, чем многие другие страны. Но вместе с тем XX столетие называют еще и веком физики, и это тоже правильно. Но я бы назвал его веком квантовой физики, поскольку именно квантовая физика определила лицо уходящего века.

Рабочий стол Отто Гана. Немецкий музей, Мюнхен. На таком столе проводились первые опыты по исследованию радиоактивных веществ. Недавно журнал «Тайм» провел опрос, кого из жителей планеты можно признать спадцевитворившим XX век, и титул человека столетия с подавляющим преимуществом получил Альберт Эйнштейн – основатель создатель (если говорить об индивидуальностях) квантовой физики.

Но говоря о том, что наш век есть столетие квантовой физики, мы должны понимать, что произошло это отнюдь не случайно и что революционные изменения в естествознании формировались во второй половине XIX столетия и были связаны, как и всегда, с практической деятельностью человека. Вообще вся современная наука сравнительно молода: она насчитывает примерно лет триста, ибо основателями современного естествознания, современной физики можно считать Исаака Ньютона, Галилео Галилея и Рене Декарта. Они сформировали классическую механику и классическую физику.

В конце XIX столетия благодаря техническому прогрессу – и прежде всего распространению электрического освещения и развитию светотехники – возник кризис естествознания – потребовалось четко обосновать особенности спектров излучения нагретых тел. Из исследования этих особенностей и родилась, по большому счету, современная квантовая физика.

В 1900 году Макс Планк, твердо стоявший на позиции классической физики и не желавший от нее уходить, предложил для объяснения именно спектров излучения идею кванта.

Между прочим, я торжесу тем, что почти 50 лет своей жизни отдал работе в одном из самых замечательных научных учреждений Петербурга, России и мира – Физико-техническом институте имени Абрама Федоровича Иоффе. А вот такое сочетание – физико-технический институт, насколько мне известно, впервые появилось в Германии в 80-е годы прошлого столетия, когда Вернер Сименс, создатель знаменитой одноименной фирмы, основал в Берлине институт, состоявший из двух отделов: физического и технического, физический занимался фундаментальными исследованиями, а технический – совершенствованием ламп накаливания. И вот в этом институте было очень много сделано для возникновения и обоснования квантовой теории.

Конечно, решающее слово было сказано Альбертом Эйнштейном, предложившим в 1905 году квантовое объяснение фотоэффекта. Именно за квантовую теорию фотоэффекта, а не за теорию относительности ему в 1922 году была присуждена Нобелевская премия по физике. Потому что эта работа А. Эйнштейна сыграла ключевую роль в формировании квантовой теории.

Нильс Бор и Абрам Федорович Иоффе. Москва, 1934 год. Дальше и должен был идти целый ряд блестящих имен, которым мы обязаны не только формированием квантовой физики, но и современным пониманием физических явлений: Поль Дирак, Вернер Гейзенберг, Морис де Бройль, Нильс Бор, Лев Давидович Ландау и многие, многие другие. Назвав эти имена, я хочу подчеркнуть, что квантовая физика в ее золотое время – 1920–1930-е годы – сформировала не только современную физическую теорию, но и современное научное мировоззрение людей, занимающихся естественными науками. Именно физическое методы исследования, физический подход способствовали взлету и развитию как химии, так и биологии.

А сейчас я хотел бы остановиться на открытиях – сугубо экспериментальных, – основанных на квантовой теории, которые, с моей точки зрения, не только определили научно-технический прогресс во второй половине XX века, по-новому объяснили многие вещи в физике, но и привели к масштабным социальным изменениям и во многом предопределили современное развитие как передовых стран, так и практически всего населения земного шара.

И первым из этих трех открытий в физике я бы назвал открытие деления урана под воздействием нейтронного облучения, сделанное О. Ганом и Ф. Штрассманом в 1938 году.

Вообще первые десятилетия XX столетия (подчеркиваю, в экспериментальном отношении) были отмечены прежде всего работами в области ядерной физики, исследованиями радиоактивности, созданием современной теории атомного ядра. Но открытие деления урана представлялось, и бы даже сказал, ожидалось, причем значительно больше, чем происшедшее в 80-е годы открытие высокотемпературной сверхпроводимости, и было оценено практически сразу. У нас, в Ленинграде, его оценили два выдающихся советских физика, сыгравших огромную роль и в развитии фундаментальной физики, и в нашем атомном проекте. Яков Борисович Зельдович и Юлий Борисович Харитон, которые выполнили блестящую работу по расчету цепных реакций на основе деления урана.

Вы знаете, что в 1939 году венгерский физик Лео Сидлард, живший тогда в США, уговорил Альберта Эйнштейна подписать письмо к президенту Ф. Рузвельту, в котором высказывалось предостережение – нацисты могут первыми изготовить атомную бомбу. В связи с этим выразилась настоятельная просьба об assignовании собственных атомных исследований. Спустя непродолжительное время такое решение было принято, и начался известный Манхэттенский проект.

У нас в стране одним из инициаторов советского атомного проекта стал Георгий Николаевич Флеров, аспирант Игоря Васильевича Курчатова в Физико-техническом институте. В то время он был призван в армию, но при каждом удобном случае продолжал просматривать научные журналы. Обнаружив, что в них исцеди публикации, связанные с атомной тематикой (а это означало, что работы в этой области засекречены), он начал бомбардировать письмами высокое начальство, включая Сталина, доказывая необходимость развития советского атомного проекта. Изучая рассекреченные и опубликованные материалы 1938–1943 годов, стенограммы заседаний, выступлений, понимаешь, какие у нас были замечательные физики: Абрам Федорович Иоффе, Игорь Васильевич Кур-

чатов, Сергей Иванович Вавилов. Особенно восхищает меня А. Ф. Иоффе и С. И. Вавилов, потому что они работали в других областях (как известно, А. Ф. Иоффе – основоположник науки о полупроводниках, С. И. Вавилов – о люминесценции), и проблемы ядра были от них далеки. Но они прекрасно разбирались в этих вопросах!

1947 год. Джон Бардин, Уильям Шокли и Уолтер Браттейн рассматривают в микроскоп свой первый транзистор (показан на снимке сверху).

Сегодня появилось много публикаций, утверждающих, что нашим ученым якобы ничего не нужно было делать – мол, все принесла разведка. Да, конечно, разведка сделала свое дело (и, прежде всего, по идеологическим соображениям, Клауду Фусс). Но на самом деле никакая разведка не могла бы нам дать атомное оружие и решить атомную проблему. Атомное оружие было создано в СССР благодаря тому, что уже в 1920–1930-е годы у нас была своя, отечественная школа физиков, возникшая прежде всего благодаря А. Ф. Иоффе и так называемому «детскому саду папы Иоффе», который сформировался в Физико-техническом институте. Начало было положено еще в 1919 году, когда Абрам Федорович вместе со Степаном Прокофьевичем Тимошенко основали физико-механический факультет Политехнического института. Это было совершенно новое для того времени образовательное учреждение, которое ставило своей целью подготовку физиков с пониманием инженерных проблем и подготовку инженеров с очень глубокой физико-математической базой. Именно вот этот «детский сад папы Иоффе», из которого вышла целая гвардия трижды Героев Социалистического Труда, докторов академиком, и решил в будущем для нашей страны и атомную, и полупроводниковую, и многие другие проблемы.

Конечно, сегодня, особенно после чернойбыльской катастрофы, много говорится об опасности использования атомной энергии. И в целом ряде стран предпринимается меры для сокращения атомной энергетики. Хотя я не являюсь специалистом в этой области, но из моих бесед, чтения соответствующих работ и обсуждения данной проблемы на весьма представительном научном уровне я вынес убеждение, что в XXI веке атомная энергетика будет основным источником энергии не только в нашей стране, но и во всем мире. И прежде всего потому, что запасы горючих ископаемых кончатся. Современная же атомная энергетика экологически значительно безопаснее, чем угольные или даже мазутные электростанции. В области реакторной техники мы имеем очень хорошие разработки, и я уверен – так будет, потому что термоядерная энергетика еще довольно далека от своей реализации. Применительно в этой связи такой случай. Когда руководителя английской термоядерной программы сэра Дюна Коркрофта, лауреата Нобелевской премии, журналисты спросили, когда же можно ожидать промышленной реализации термоядерной энергии, он ответил: «Через двадцать лет». Семь лет спустя на аналогичной конференции Коркрофт вновь был задан тот же вопрос, на который последовал презренный ответ: «Через двадцать лет». А когда удивленные журналисты воскликнули: «Но, позвольте, это же вы говорили и семь лет назад!», невозмутимо возразил: «Вы видите, я не меняю своей точки зрения!»

Серийный исследовательский атомный реактор, сконструированный в производственном объединении «Атомэнергоспорт», 1980-е годы. Сегодня эта точка зрения изменилась. Полным ходом и при нашем участии осуществляется международный проект термоядерного реактора ИТЕР, однако начало промышленного использования термоядерной энергии относят к середине XXI столетия. То есть это будет не через двадцать, а через все пятьдесят лет. Поэтому надежды можно возлагать на атомную энергетику. Дай только Бог, чтобы ни в одной стране мира открытые О. Гана и Ф. Штрассманом не пришлось утилизировать так, как это было сделано президентом США Г. Трумэном в 1945 году при бомбардировках Хиросимы и Нагасаки.

Второе крупнейшее открытие в физике XX столетия – это, безусловно, создание транзистора. Оно было сделано в 1947 году тремя выдающимися американскими физиками – Джоном Бардином, Уолтером Браттейном и Уильямом Шокли в лаборатории компании «Белл телефон». Открытие стало следствием бурного развития физики полупроводников, полупроводниковой технологии и прежде всего радиолокации в годы Второй мировой войны.

Джон Бардин – один из самых выдающихся физиков XX столетия прежде всего в области физики конденсированного состояния, единственный за историю физики дважды нобелевский лауреат по физике в одной и той же области науки. Первую премию он получил в 1956 году вместе с У. Браттейном и У. Шокли за открытие транзистора, а вторую – в 1972-м вместе с Л. Купером и Дж. Шриффером за теорию сверхпроводимости, открытие давшую полное объяснение этому загадочному явлению, открытому Гейке Камерлинг-Оннесом в 1911 году в Голландии.

Президиум Академии наук СССР присудил Джону Бардину свою высшую награду – медаль М. В. Ломоносова, и Джон Бардин, выступая на заключительном заседании Международной конференции по физике полупроводников в 1960 году, сказал: «Наука интернациональна, интернациональна физика, нет национальной физики». И физика полупроводников это доказывает очень ярко: она создана прежде всего Вилсоном и Моттом в Англии, Шоттли – в Германии, Иоффе и Френкелем – в СССР.

23 декабря 1947 года был продемонстрирован первый транзисторный усилитель, началась новая эра в электронике. А несколько позже появилась широчайшая научно-техническая область, приводящая к огромным социальным изменениям в мире.

Первые ЭВМ, появившиеся в конце 1940-х годов, работали на радиолампах, которые сильно грелись и имели тенденцию неосозданно перерождаться.

На то, что транзистор появился на свет в Соединенных Штатах Америки, были вполне определенные причины, но нельзя забывать и того, что большой вклад в это выдающееся открытие человечества внесли физики нашей страны.

Работы эти, кстати, начались за много лет до войны, и для их развития многое дали работы Олега Васильевича Лосева, гениального изобретателя из негосударственной радиолaborатории, рано умершего. В числе прочих открытий Лосева было создание кристаллического усилителя «кристалден Лосева», но, как говорится, дорого ячню к Христову дню. Когда открытия делаются слишком рано и уровень техники и технологии



не готов к этому, они обычно «не проходят» и о них забывают. Но интересен, например, и такой факт. Вице-президент крупнейшей компании «Белл телефон» Мелани Келли, формируя группу для проведения исследований в 1945 году в области физики твердого тела и разработки новых технических средств для радиолокации, сформулировал ее основную задачу как проверку квантовой теории конденсированного состояния. Группа была необычайно сильной. В нее вошли те трое, кто затем получил Нобелевскую премию, а также выдающийся физик Джек Пирсон и многие очень квалифицированные инженеры-электронщики, механики и лаборанты. Сотрудниками группы были открыты новые физические явления, ставшие основой полевого транзистора и так называемого биполярного транзистора.

В 1958 году была построена первая интегральная схема. Она представляла собой пластину из монокристалла кремния площадью несколько квадратных сантиметров, на которой были получены два транзистора и RC-цепочки транзисторов. Современный микропроцессор со стороны выводов имеет 1,8 сантиметра и имеет в миллионах транзисторов. Если размеры первых транзисторов исчислялись долями миллиметра, то сегодня фотолитографические методы позволяют получать размеры 0,35 микрона. Это современный технологический уровень. В самом ближайшем будущем ожидается переход на размеры 0,18 микрона и через 5–7 лет – на 0,1 микрона.

Но интересно другое. С одной стороны, можно говорить, что это огромный технический прогресс, а с другой – чисто физический там не появилось никаких новых явлений: тот же полевой и биполярный транзистор и те же эффекты, которые были открыты еще в конце 1940-х годов. Однако именно эта технология, именно эти физические открытия стали основой всей современной микроэлектроники, а современная микроэлектроника изменила мир. Я приведу лишь очень простой пример. До начала XX века Соединенные Штаты Америки были сельскохозяйственной страной. Это означает, что из четырех основных групп работающего населения – занятых в промышленности, сельском хозяйстве, сфере обслуживания и в сфере информатики (куда относятся и бухгалтеры) – самая большая группа работающих – те, кто трудился в сельском хозяйстве. К середине века США становится индустриальной страной, потому что самой многочисленной группой были работающие в промышленности. А примерно с 1950 года Соединенные Штаты – уже постиндустриальная страна, так как самой большой группой работающего населения оказываются те, кто занимается получением и использованием информации.

Но вот что применительно: в 1970 году численность этой группы достигла 50 % работающего населения США, и с тех пор, за 30 лет, ее доля практически не изменилась. По-прежнему незначительно падает численность занятых в промышленности и сельском хозяйстве, растет число работающих в сфере обслуживания, однако в процентном к ним отношении число людей, занятых в информатике, остается прежним. И происходит это благодаря компьютерной революции.

Молекулярный квантовый генератор (лазер). 1955 год. Музей истории Московского государственного инженерно-физического института (технического университета).

Таким образом, открытие транзистора привело к изменению социальной структуры населения сначала развитых стран, а затем постепенно и всех остальных. Именно открытие транзистора дает нам право говорить о наступлении постиндустриального времени, времени информационного общества.

Ну и третье глобальное научное событие XX века, в чем-то примыкающее к созданию транзистора, – это открытие лазерно-мазерного принципа. И сделано оно было в 1954–1955 годах практически одновременно Чарльзом Таунсом в США и Николаем Геннадьевичем Басовым и Александром Михайловичем Прохоровым в Физическом институте Академии наук СССР.

Если в рассказе о транзисторе и говорил лишь о вкладе, внесенном в его открытие советскими учеными школы «пяти Иосифов», то честь открытия лазерно-мазерного принципа американские коллеги по праву разделяют с нашими великими соотечественниками. Об этом красноречиво говорит тот факт, что в 1964 году нобелевскую премию по физике – а ее советским и российским ученым никогда не давали с легкостью – в силу неотвратимых обстоятельств на этот раз Таунс должен был разделить с Басовым и Прохоровым.

В американской анцилологии по поводу присуждения премии в 1964 году Н. Г. Басову и А. М. Прохорову были процитированы слова председателя Нобелевского комитета по физике. Он сказал, что научный мир был потрясен, узнав, что хорошо известный миру ученый Чарльз Таунс разделит Нобелевскую премию с двумя никому не известными русскими, которые с помощью своих примитивных средств сделали такое же открытие, как и на современном оборудовании Ч. Таунс. «Но, – сказал он в заключение, – работы, проведенные примитивными экспериментальными средствами, нужно поощрять ничуть не менее, чем открытия, которые производятся накатом кнопки на современном дорогом оборудовании». Однако уважаемый председатель Нобелевского комитета ошибался, потому что экспериментальные средства в ведущих наших физических институтах – ФИАНе и Физтехе – в те времена практически не отличались от аналогичных средств в западных, в том числе и американских, лабораториях.

Все знают, что лазерная техника быстро развивается и очень широко применяется. Она стала мощным техническим и технологическим средством в медицине, с ее помощью делается сложнейшее, но ставшее уже вполне привычными операции, производится сварка и резка материалов. Не секрет, что существует лазерное оружие, позволяющее сбивать спутники. Вместе с тем лазер сегодня – это могучее информационное средство, и в области информатики полупроводниковые лазеры играют огромную роль.

В 1970 году американцами были созданы первые волокна с малыми потерями, а в нашей, физтеховской, лаборатории в это время впервые в мире появились полупроводниковые лазеры, работающие в непрерывном режиме при комнатной температуре на основе так называемых полупроводниковых гетероструктур. Так возникла волоконно-оптическая связь. Потом полупроводниковые лазеры стали широко применяться в известных ныне всем лазерных проигрывателях, где иголкой, снимающей информацию, служит крохотный полупроводниковый лазер.

И. Е. Тамм, Ф. Дайсон, Р. Фейнман и В. Л. Гинзбург на Международной конференции по физике элементарных частиц, Москва, 1956 год. Так что, с одной стороны, лазеры, лазерная технология, сама по себе физика создания лазера – это торжество квантовой теории. А с другой – это могучие технические средства, которые, я повторяю, в значительной степени определили и прогресс, и изменение социальной структуры общества.

Ну а что мы можем ожидать сейчас?

В ближайшие десятилетия, видимо, не приходится ждать нового вспле-

ска в объяснении явлений неживой природы – физика занимается именно этой областью.

Дало в том, что вряд ли возможна революционная ситуация, аналогичная той, которая вызвала появление блестящей плеяды выдающихся ученых, наших и зарубежных, создавших современную квантовую физику. Для этого, повторю, должен был бы возникнуть некий кризис ведущего научного направления, а сегодня мы пока не видим, происходит ли он в квантовой теории. По-видимому – не происходит. В свое время один из выдающихся британских физиков Рудольф Фейнман, один из активных участников и Мангеттенского проекта в США, и создания атомного оружия в Великобритании, много работавший и у нас в стране, в Ленинградском и Харьковский физтехах (до войны он довольно долго жил в Советском Союзе), говоря о золотой плеяде физиков 1920-х годов, сказал мне: «Да, это было особое время, когда люди, так сказать, "первого класса" делали в науке гениальные работы, а люди "второго сорта" – работы первоклассные». Конечно, в этом сказались величайшая скромность одного из выдающихся физиков XX столетия, но вместе с тем его слова в чем-то отражали ситуацию, сложившуюся в эпоху золотого времени для физики.

Я как-то подумал, что было сделано в то время у нас, в относительно небольшом коллективе Физико-технического института, и был потрясен масштабом исполненного. И это в еще разоренной после гражданской войны стране!

В 1921 году Абрам Федорович Иоффе, Алексей Николаевич Крылов и Дмитрий Сергеевич Роздественский выехали в первый раз после революции за рубеж. Абрам Федорович взял с собой Петра Леонидовича Капицу, который был тогда в очень тяжелом состоянии (у него в 1919 году погибла жена и двое малолетних детей), и он поспешил на работу к Э. Резерфорду. А сам Иоффе на выделенные на ту поездку бюджетные средства закупил 42 ящика современного оборудования для физтеха и оформил подписку почти на 50 научных журналов. Дай Бог, чтоб можно было и теперь совершать столь адреналиновые поездки.

Конечно, в наше время, повторю, подобной революционной ситуации нет. Но тем не менее интересные и важные изменения, наверное, произойдут. И прежде всего в физике так называемых полупроводниковых гетероструктур, монокристаллических структур, в которой имеет место переход к различному по химическому составу веществу. Сегодня уровень этой технологии достиг того состояния, когда мы действительно умеем «укладывать» атом к атому и создавать принципиально новые структуры. Можно сказать так: мы экспериментально делаем объекты, на которых можно проверить задачи для учебника квантовой механики, самым разным образом строя эти экспериментальные объекты.

Но не только это. Мы создаем системы с пониженной размерностью электронного газа, когда электроны ограничены либо в плоскости, либо в одном измерении, в проволоке, либо вообще являются нуль-мерными структурами, это так называемые квантовые точки, рукотворные, искусственные атомы. Их свойства мы можем менять так, как нам хочется. И вот из этой области, безусловно, вырастет совершенно новое поколение электронных компонент, которые кардинально изменят информационные системы и без того совершенные сегодня.

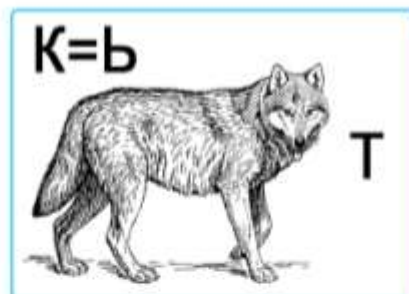
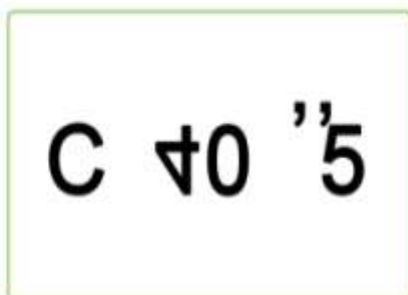
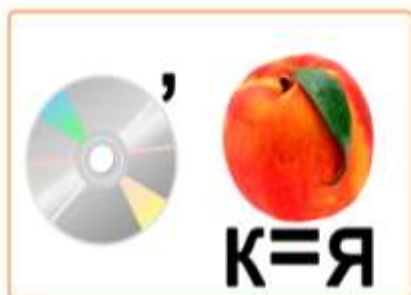
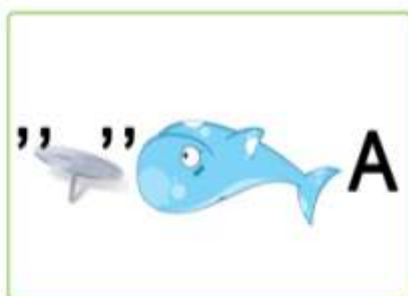
Квантовые точки, квантово-размерная физика конденсированного состояния – здесь такое богатство новых физических явлений, новых физических идей, что, я надеюсь, через 10–20 лет про эту область можно будет сказать, что она не только изменила технические информационные системы, но и подарила нам массу новых физических явлений.

Возможно, это лишь очень слабые ростки, которые проявляются именно при исследовании полупроводниковых гетероструктур. Возможно и появление некоторых революционных идей. Мне кажется, что открытие так называемого дробного квантового холл-эффекта Хорстом Л. Штримером, Дэниелом Цуи и Робертом Лохлингом, за которое им в 1998 году была присуждена Нобелевская премия по физике, может стать предтечей новых революционных идей в физике конденсированного состояния (см. «Наука и жизнь» № 1, 1999 г. – Прим. ред.). В сильных магнитных полях и очень низких температурах был открыт ряд явлений, которые удалось объяснить, только предположив, что у квантовой жидкости должен быть компонент, обладающий дробным зарядом. То, что появляются экспериментальные факты, которые требуют привлечения подобных, совершенно не тривиальных объяснений, уже говорит о том, что не все в порядке в «этом королевстве» и что-то новое и интересное здесь может произойти.

С известным сожалением можно сказать, что открытие Алексом Моллером и Герстом Биднорцем в 1986 году высокотемпературная сверхпроводимость почти ничего не дала практике и даже в общем существенно не изменила наших представлений. Можно говорить о том, что великая программа управляемого термояда, давшая массу интересных вещей для физики плазмы, не нашла пока реального практического применения. Но, наверное, и в этих областях что-то произойдет. А вот что касается квантово-размерных объектов физики конденсированного состояния, квантовых проволок и квантовых точек, то здесь совершенно точно можно ожидать изменения фундаментальных физических представлений, а стало быть, и нового реального взрыва в науке.



# Физические ребусы...



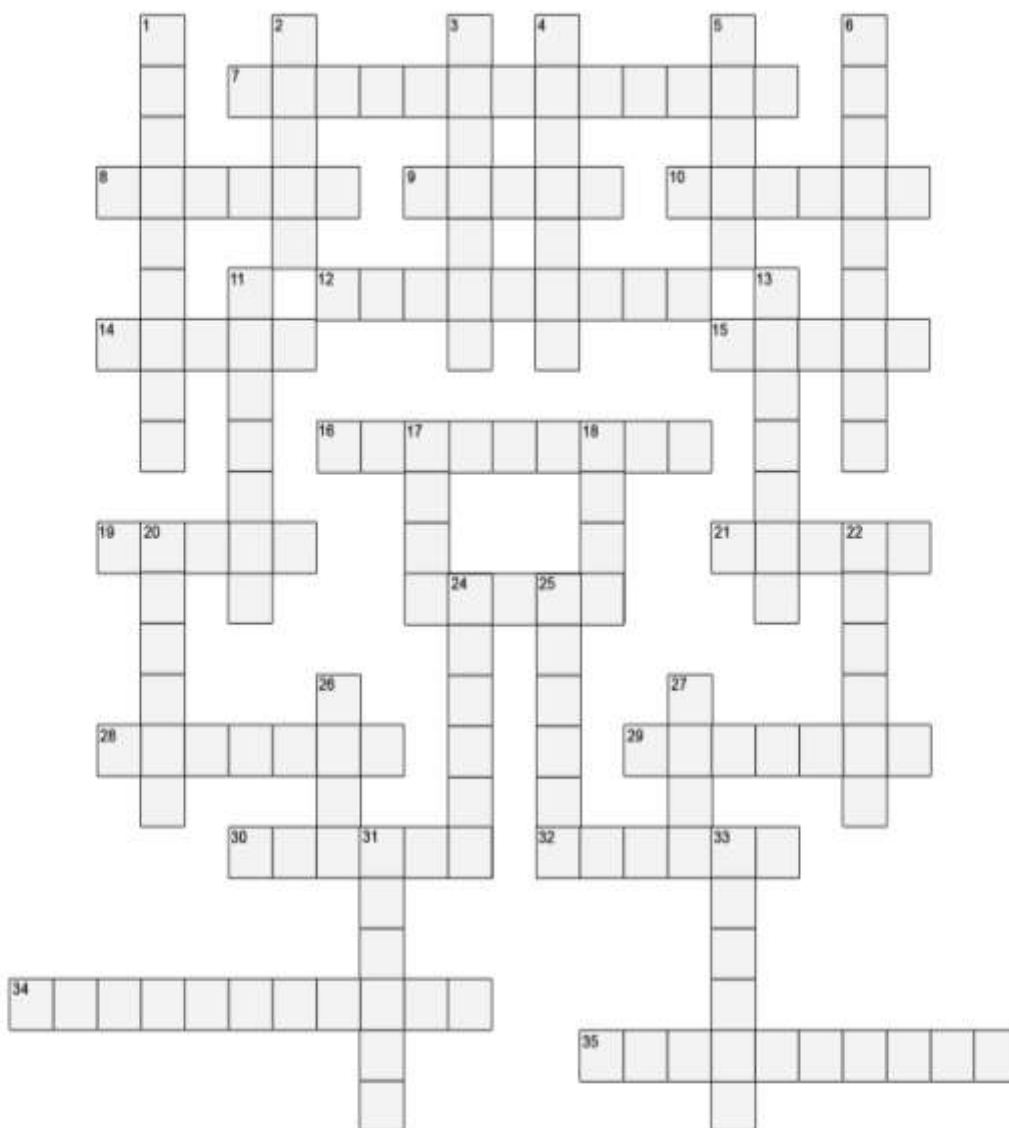
Место для записи ответов

Ответы:

1. Ньютон 2. Сила 3. Линза 4. Маска 5. Оптика 6. Опыт 7. Дисперсия 8. Скорость 9. Энергия 10. Ампер 11. Атом 12. Вольт



## Кроссворд «Занимательная физика»



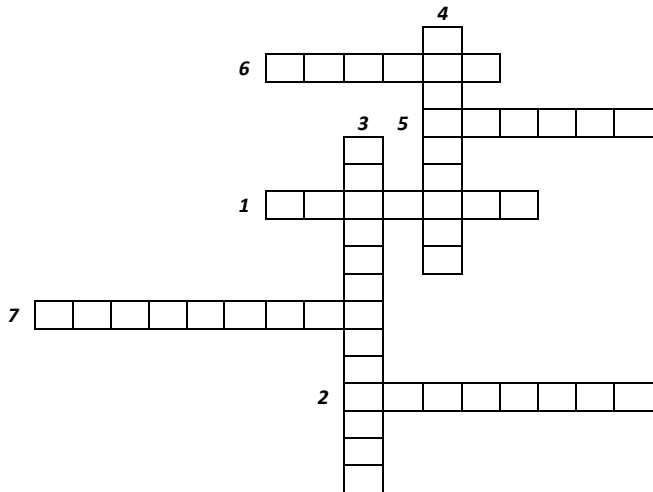
**По горизонтали:** 7—качество поверхности, влияющее на трение; 8—одна из характеристик вектора перемещения; 9—деталь подшипника качения, рассчитанного на значительные нагрузки; 10—образец единицы физической величины; 12—вид взаимодействия любых тел; 14—устойчивая, повторяющаяся взаимосвязь природных явлений; 15—физическая величина, определяющая инертность тела (т.е. его способность изменять свою скорость) и его гравитационные свойства (т.е. способность тела притягивать к себе другие тела); 16 - масса единичного объема вещества; 19 — одна из физических характеристик тела; 21—деталь подшипника качения, уменьшающая трение; 23—масса, равная 1000 кг; 28—ручной динамометр; 29—падение капель, перемещение хоккейной шайбы по льду, движение автомобиля, разбег бегуна, полет снаряда—общее название; 30—старинная русская мера длины или измерения пути, равная примерно 1 км (1,0668 км); 32—планета Солнечной системы, положение которой сначала по законам движения вычислили, а потом в том месте увидели; 34—результат движения; 35—линия, которую описывает точка при своем движении.

**По вертикали:** 1—единица массы в СИ; 2—планета Солнечной системы, с наибольшей силой действующая на людей; 3 — вещество, 1 м<sup>3</sup> которого давит на опору площадью 1 м<sup>2</sup> с силой всего 0,9 Н; 4 — итальянский ученый, открывший закон инерции; 5—жидкость, среди других жидкостей равного объема оказывающая наибольшее давление; 6 — деталь рычажного прибора, которым определяют массу тела; 11—природное явление, резко уменьшающее трение на дорогах; 13—отношение длины линии на чертеже к истинной длине; используется при построении графиков движений; 17—познание через практическое действие; 18 — мера действия одного тела на другое; 20—сплав, применяемый в подшипниках скольжения для уменьшения трения; 22—металл, который использовался для изготовления международного образца единицы массы; 24 — явление, которое происходит с ружьем в момент выстрела; 25 — английский ученый, открывший закон всемирного тяготения; 26 — единица длины в СИ; 27—то, что движется со скоростью 300 000 км/с; 31 — небесное тело, вокруг которого обращается Земля; 33 — моллюск, всегда покоящийся относительно своего дома.

**Ответы:**

По горизонтали: 7—шероховатость; 8—модуль; 9—ролик; 10—эталон; 12—тяготение; 14—закон; 15—масса; 16—плотность; 19—объем; 21—шарик; 23—тонна; 28—динамометр; 29—явление; 30—выстрел; 32—Нептун; 34—перемещение; 35—траектория.  
По вертикали: 1—килограмм; 2—Земля; 3—водород; 4—Галилей; 5—ртуть; 6—коромысло; 11—гололед; 13—масштаб; 17—опыт; 18—сила; 20—бальбит; 22—ирландия; 24—отрача; 25—Ньютон; 26 — метр; 27—свет; 31—Солнце; 33—улитка.

## Кроссворд по теме «Тепловые явления»



### По горизонтали:

1. Превращение жидкости в газ при постоянной температуре, один из видов парообразования.
2. Явление, при котором наблюдается самопроизвольное перемешивание молекул различных веществ, при их соприкосновении.
5. Обладает самой плохой теплопроводностью.
6. Единица измерения количества теплоты.
7. Процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное при любой температуре.

### По вертикали:

3. Способ изменения внутренней энергии тела.
4. Процесс перехода вещества из твёрдого состояния в жидкое.

<b>Ответы:</b>
1. кипение
2. диффузия
3. теплопередача
4. плавление
5. воздух
6. джоуль
7. испарение

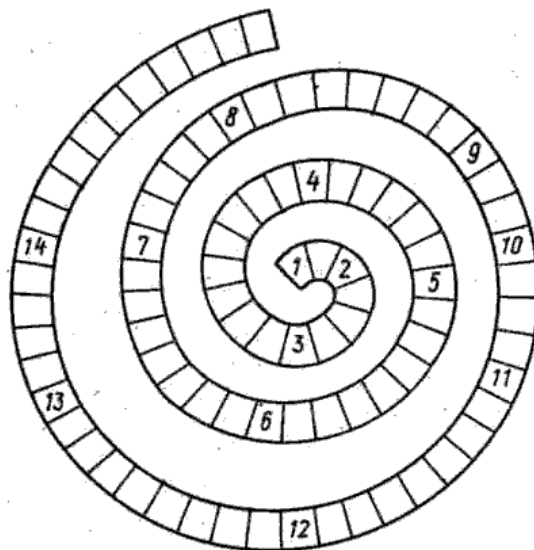
Подготовили Князева Александра и Лукашейко Ульяна, 8 «Б» класс, СШ №2 г.Свислочь

## Кроссворд на тему «Зависимость силы тока от напряжения. Электрическое сопротивление проводников»

Распутайте "спираль слов", где последняя буква каждого слова служит первой буквой следующего.

- 1 — направленное движение заряженных частиц, 2 — единица измерения количества электричества, 3 — физическая величина, характеризующая электрическое поле, создающее ток, 4 - мера физической величины, 5 — прибор, измеряющий силу тока, 6 — выключатель тока, 7— единица измерения сопротивления, 8 — действие электрического тока, 9 — вид движения, 10 — единица измерения силы тока, 11 — ученый, создавший ядерную модель атома, 12 — вещество, не проводящее электрические заряды, 13 — приспособление для

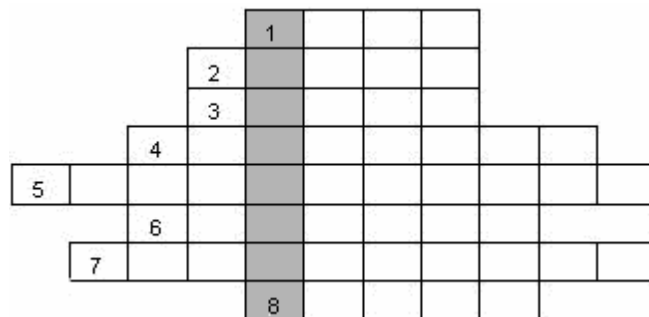
крепления проводов, 14 — источник тока.



<b>Ответы:</b>
1. ток
2. Кулон
3. напряжение
4. единица
5. амперметр
6. рубильник
7. колом
8. магнетизм
9. мода (колебание)
10. ампер
11. Резерфорд
12. диэлектрик
13. кросса
14. аккумулятор

## Кроссворд на тему «Оптическая сила линзы»

Впишите в горизонтальные строки слова, означающие: 1 — прибор для демонстрации опытов по оптике, 2 — оптический прибор, действующий благодаря преломлению света, 3 — точка, в которой линза собирает лучи, параллельные ее оптической оси, 4 - вид линзы, 5 — свойство лучей света, проходящих через линзу, 6 — оптический прибор, действующий благодаря отражению света, 7 — вид линзы, 8 — характеристика источника света.



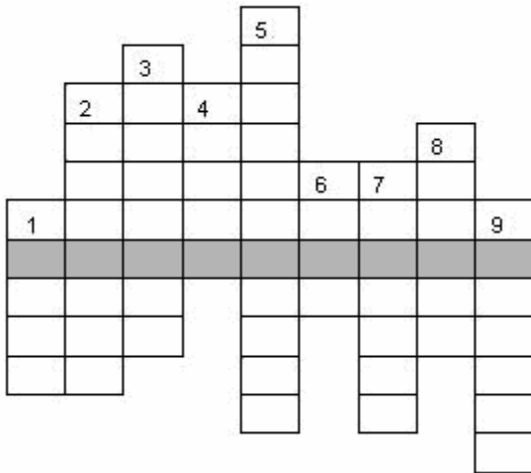
Если вы заполните строки правильно, то в выделенном вертикальном столбце прочтете название единицы оптической силы линзы.

<b>Ответы:</b>
1. диск
2. линза
3. фокус
4. выпуклая
5. простираение
6. зеркало
7. собирающая
8. яркий ДИОПТРИЯ

## Кроссворд на тему «Световые явления»

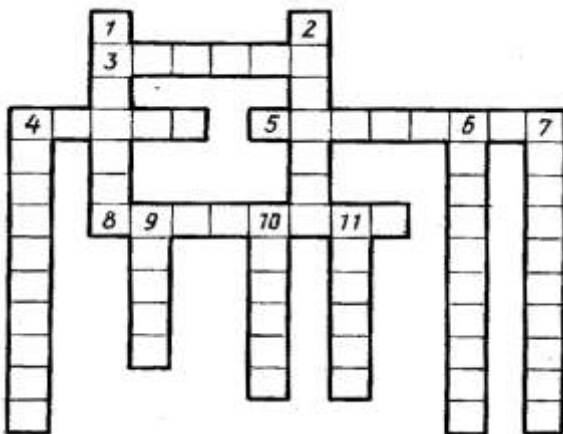
1. Точка, в которой собираются все лучи, прошедшие через собирающую линзу; 2. Частично освещенное пространство; 3. Единица измерения оптической силы линзы; 4. Один из основных элементов оптических приборов; 5. Вид предмета на экране; 6. Излучение, видимое глазом; 7. Оптический прибор, позволяющий рассматривать предметы, находящиеся на большом расстоянии от наблюдателя; 8. Раздел физики, в котором изучаются световые явления; 9. Оптический прибор, образующий изображение предмета путем отражения падающих на него лучей.

Если строки будут заполнены правильно, то в выделенной горизонтальной полосе появится название оптического явления.



Ответы:  
 1. фокус  
 2. полутени  
 3. диоптрия  
 4. линза  
 5. изображение  
 6. свет  
 7. бинокль  
 8. оптика  
 9. зеркало  
**ОТРАЖЕНИЕ**

## Кроссворд на тему «Агрегатные состояния вещества»



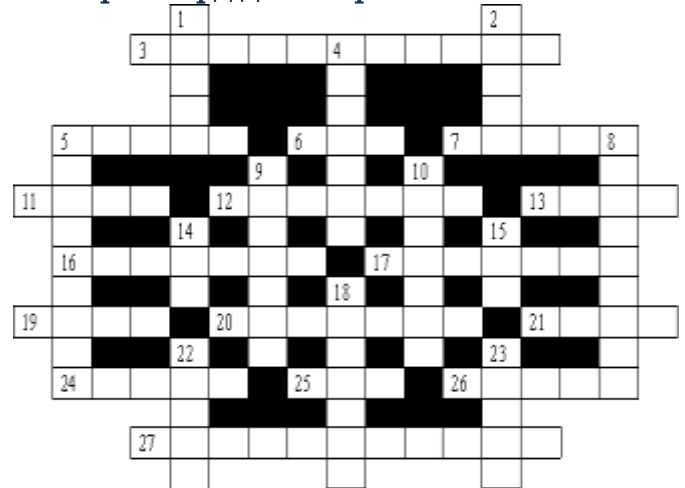
**По вертикали:** 1 — источник теплоты, 2 — процесс получения тепла, 4 — явление растекания жидкости по твердому телу, 6 — передача теплоты от одного тела к другому, 7 — образование слоя льда на поверхности

твердого тела, 9 — скопление водяных капелек в атмосфере, 10 — "четвертое состояние" вещества, 11 — сильный дождь.

**По горизонтали:** 3 — скопление в атмосфере водяных капелек и кристалликов льда, 4 — продукт плавления металлов, 5 — то, из чего состоят все тела, 8 — погода, при которой начинается таяние снега и льда.

Ответы:  
 1. топливо  
 2. горение  
 3. облака  
 4. смачивание,  
 сплав  
 5. вещество  
 6. теплообмен  
 7. оледенение  
 8. оттепель  
 9. туман  
 10. плазма  
 11. ливень

## Кроссворд для старшекласников

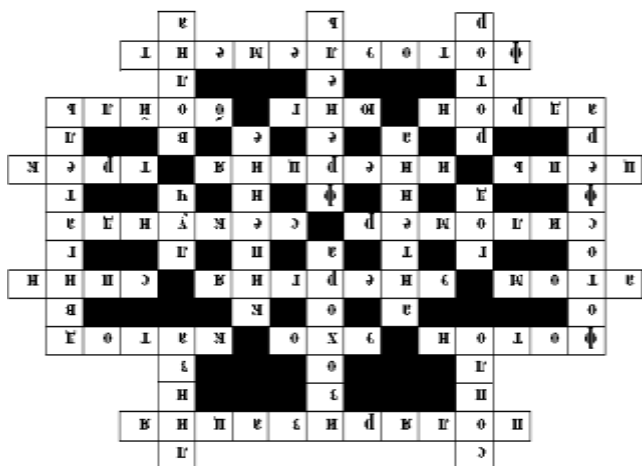


**По горизонтали:** 3. Явление, происходящее со светом при его прохождении через кристалл турмалина. 5. Элементарная частица, квант электромагнитного излучения. 6. Результат отражения звуковых волн. 7. Отрицательный электрод, испускающий электроны. 11. Микрочастица, название которой по-гречески означает «неделимый». 12. Физическая величина, показывающая, какую работу может совершить тело. 13. Собственный момент импульса элементарной частицы. 16. Функция динамометра. 17. Основная единица измерения времени. 19. Электрическая система, состоящая из источников и приемников тока, замыкающих устройств и проводников. 20. Явление сохранения скорости тела при отсутствии действия на него других тел. 21. Совокупность капелек воды, образовавшихся в камере Вильсона по пути пролета элементарной частицы. 24. Общее название представителя группы элементарных частиц, участвующих в сильных взаимодействиях. 25. Английский ученый, первым объяснивший интерференцию света. 26. Ученый, экспериментально открывший закон, согласно которому произведение давления газа на его объем постоянно при неизменной температуре. 27. Электровакуумный прибор, действие которого основано на явлении внешнего фотоэффекта.

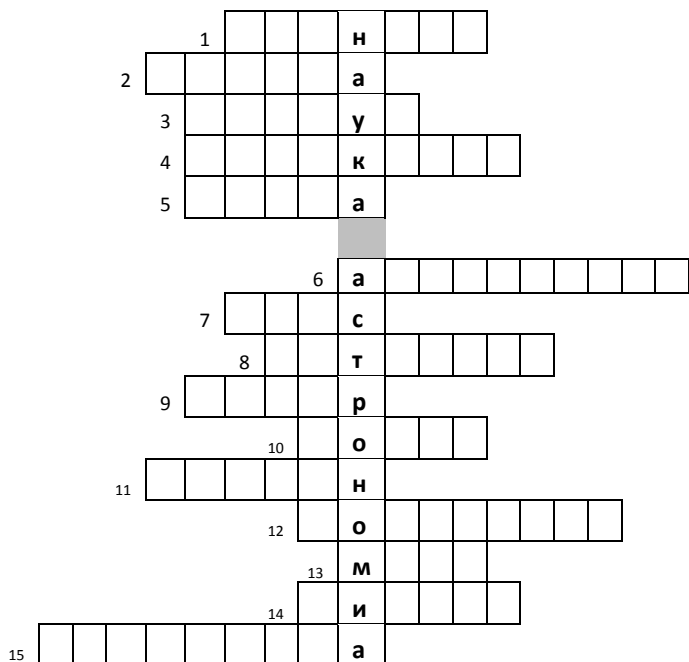
**По вертикали:** 1. Выходное отверстие реактивного двигателя. 2. Основной элемент оптических систем, собирающий или рассеивающий световые лучи. 4. Прямая, изображающая зависимость давления газа от температуры при постоянном объеме. 5. Ярко

светящаяся поверхность Солнца. **8.** Машина, преобразующая какой либо вид энергии в механическую работу. **9.** Устройство для излучения или получения радиоволн. **10.** Процесс парообразования, происходящий по всему объему жидкости. **14.** Время обращения планеты вокруг солнца. **15.** Линия, вдоль которой распространяется поток световой энергии. **18.** Французский физик, разработавший теорию дифракции света. **22.** Вращающаяся часть электрических машин. **23.** Возмущение, распространяющееся в какой-либо среде или пространстве с течением времени.

Ответы:



### Кроссворд на тему «Планеты, звёзды, спутники»



1. Небесное тело.
2. Одна из планет земной группы.
3. Угловое расстояние по математическому горизонту от точки юга до вертикального круга, проходящего через светило, или центральный угол- ... светила.
4. Звездная система.
5. Спутник Сатурна.
6. Рассеянное звездное скопление.
7. Красная планета.

8. Относительно небольшое небесное тело Солнечной системы, движущееся по орбите вокруг Солнца.
9. Точка пересечения отвесной линии с небесной сферой.
10. Яркий метеор.
11. Самый большой спутник Нептуна.
12. Доступная непосредственному наблюдению светящаяся «поверхность» Солнца.
13. Звезда, давшая название целому классу переменных звезд.
14. Самая яркая звезда.
15. Естественная наука, изучающая звезды.

- Ответы:**
1. Планета
  2. Венера
  3. Азимут
  4. Галактика
  5. Диона
  6. Академик
  7. Марс
  8. Астероид
  9. Надир
  10. Болид
  11. Тритон
  12. Фотосфера
  13. Мира
  14. Сириус
  15. Астрономия

### Физика в стихах Что изучает физика?



Знаете, как говорится в народе?  
Физика царица всех наук о природе!  
Физика много разделов включает,  
Каждый вопросы свои изучает.  
Например, проводов всех величество  
Изучает раздел ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.  
МЕХАНИКА все изучает движения,  
Действия сил, точки их приложения,  
Тепловых процессов динамику  
Изучает ТЕРМОДИНАМИКА.  
Отражение света, его преломление,  
Прямолинейное распространение,  
Как изображение глаз получает  
Все это ОПТИКА изучает.  
Что собой представляет ядро или атом  
Мы из АТОМНОЙ ФИЗИКИ узнаем когда-то.  
В каждом разделе много полезного,  
Познавательного и интересного!

\*\*\*\*\*

Как часто получается –  
Задача не решается,  
А просто надо формулу  
Подставить и решить.  
А, подставляя в формулу  
Всех величин значения,  
Об единицах величин  
Старайся не забыть.

\*\*\*\*\*

Газов частицы рассеяны всюду.  
Могут они приближаться.  
Из-за больших промежутков меж ними  
Газы способны сжиматься.  
Жидкость может принимать  
Форму всех сосудов,  
Ее можно перелить  
В любую посуду.  
Но, однако, помещая  
Жидкости в сосуды,  
Форма будет изменяться,  
А объем не будет.

\*\*\*\*\*

Твёрдое тело  
Твердо стоит на своём,  
Не изменяет  
Ни форму свою, ни объём.

\*\*\*\*\*

Явление инерции мы часто наблюдаем  
Когда спокойно движемся.  
Споткнувшись, замечаем,  
Что продолжаем двигаться  
Вперед, а не назад,  
Встречая в жизни множество  
Препятствий и преград.

#### Сила трения

Зачем нам сила трения?  
Полезна? Есть сомнения,  
Что ехать нам мешает,  
И скорость уменьшает.  
Она порой сбавляет ход,  
Но ты не сдвинешься вперёд,  
Совсем без силы трения  
С дорогой нет сцепления!  
Чтобы уменьшить, масло льём,  
Затем подшипники берём,  
Но часто сыплем мы песок,  
Чтобы хоть сдвинуться чуток!



\*\*\*\*\*

На минутку задумайтесь, дети,



Что была бы за жизнь на планете,  
Если б... РАЗ... и не стало вдруг света!

Даже страшно подумать об этом!  
Если б солнечный свет вдруг бы взял и пропал,  
Мир бы сразу угрюмым и темным весь стал,  
Тьма покрыла бы всё на планете,  
Даже звезды с луною не светят.  
Солнце, звезды (запомните это!)  
Называют естественными источниками света.  
И без них день бы в ночь превратился навек,  
Разве сможет без света прожить человек?!  
А животные, птицы, растения, цветы?...  
Потускнеет весь мир без такой красоты!  
Но ведь солнце свой свет только днем дарит нам,  
Ну а как же нам быть по ночам, вечерам?  
Над вопросом: «Как можно продлить свету век?» -  
Размышлял долго, думал, мудрил человек.  
После долгих стараний величественно  
Человек вводит в жизнь ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.  
И шагает прогресс до сих пор по планете,  
В окнах тысячи маленьких лампочек светят.  
Даже ночи мы в дни превращаем опять,  
Если светом искусственным их освещать  
Но, чтоб множить энергоресурсов количество,  
Экономьте, друзья, ЭЛЕКТРИЧЕСТВО!

### По страницам книги «Мир в движении»

The 5th Wave

Рич Теннант



**Ф**изика - это наука про вас и окружающий вас мир. Возможно, вы считаете ее обузой, т.е. неприятным обязательством, которое накладывает на вас школа или университет, но это совсем не так. Физика - это наука, которую вы начинаете постигать сразу же после рождения. Ничто не может находиться вне физики, **физика** - это всеобъемлющая наука. Изучая разные аспекты мира природы, вы соответственно изучаете разные разделы физики: физику движущихся объектов, действующих сил,

электричества, магнетизма, процессов, происходящих со скоростью близкой к скорости света, и т.п.

Физика окружает людей с их первых попыток ощутить окружающий мир. Само слово “физика” происходит от греческого слова, которое означает “природа”.

### Что изучает физика?

Наблюдая за окружающим нас сложным миром, можно заметить множество происходящих процессов. Солнце сияет, звезды мерцают, лампочки светят, машины едут, принтеры печатают, люди ходят пешком и ездят на велосипедах, реки текут и т.д. При более внимательном изучении этих процессов неизбежно возникает множество вопросов.

- Как мы видим?
- Почему мы теплые на ощупь?
- Из чего состоит вдыхаемый нами воздух?
- Почему мы соскальзываем вниз по заснеженному склону?
- Как устроены сияющие ночью звезды? Или это планеты? Почему они движутся?
- Как устроена эта крошка пыли?
- Существуют ли невидимые нами миры?
- Что такое свет?
- Почему одеяла согревают нас?
- Из чего состоит вещество?
- Что произойдет, если прикоснуться к линии высокого напряжения?

(Ответ на этот вопрос вам, конечно, хорошо известен. Даже такое ограниченное знание основ физики порой может спасти жизнь.)

**Физика** - это особого рода исследование мира и принципов его устройства: от самых основных (как, например, законов инерции, согласно которым так трудно вручную сдвинуть с места неподвижный автомобиль) до более экзотичных (законов крошечных миров внутри элементарных частиц, которые являются фундаментальными строительными блоками вещества). В своей основе физика охватывает все, что мы знаем о нашем мире.

### Наблюдаем за движущимися объектами

Некоторые наиболее фундаментальные вопросы об устройстве мира связаны с движением объектов. Замедлит ли свое движение катящийся вам навстречу огромный камень? Как быстро нужно двигаться, чтобы избежать столкновения с ним? Движение было одной из первых тем исследований, которыми издавна занимались физики и пытались получить убедительные ответы на свои вопросы.

Движение является фундаментальным явлением нашей жизни и одним из тех явлений, о которых большинство людей знает достаточно много. Достаточно нажать на педаль газа, и машина придет в движение. Но не все так просто. Описание принципов движения является первым шагом в понимании физики, которое проявляется в наблюдениях и измерениях и создании мысленных и математических моделей на основе этих наблюдений и измерений. Этот процесс не знаком большинству людей, и именно для таких людей предназначена книга.

Простой, на первый взгляд, процесс изучения движения является началом начал. Если внимательно присмотреться, то можно заметить, что реальное движение постоянно меняется. Взгляните на торможение мотоцикла у светофора, на падение листка на землю и продолжение его движения под действием ветра, на невероятное движение бильярдных шаров после замысловатого удара мастера.

Движение постоянно меняется под действием силы, о чем будет рассказываться в части II. Все мы понемногу знаем основные законы приложения сил, но иногда для их правильного измерения нужно обладать более обширными знаниями. Иначе говоря, для этого требуется настоящий физик, как вы.

### Поглощаем энергию вокруг нас

Примеры других проявлений физики никогда не приходится долго искать. Каждый день на дорогах происходят аварии автомобилей, движущихся с огромными скоростями. Благодаря законам физики можно выполнять все необходимые измерения и предсказания, чтобы избежать таких неприятных ситуаций. Чтобы внезапно остановить быстро движущийся автомобиль, требуется много чего. Но чего именно?

Вот когда для описания движения объектов нам могут пригодиться представления об их энергии и импульсе. Энергия движения называется кинетической. Помните, что когда ваша машина за 10 с ускоряется с места до скорости около 100 км/ч, то она приобретает достаточно много кинетической энергии.

Откуда берется кинетическая энергия? Нельзя сказать, что ниоткуда, иначе нам не приходилось бы заботиться о цене на топливо. Потребляя топливо, двигатель автомобиля совершает работу по ускорению автомобиля.

Рассмотрим другой пример. Допустим, что вам нужно затащить пианино в свою новую квартиру на шестом этаже. В это самое время стоит снова вспомнить о физике, достать калькулятор и подсчитать необходимую для этого работу. При перемещении пианино вверх по ступеням оно приобретает потенциальную энергию, поскольку вам приходится совершать работу по преодолению силы гравитации. Допустим, что, к величайшему сожалению, вашим соседям не понравилось ваша игра на пианино и они выкинули его в окно. Что в таком случае произойдет? В процессе падения в гравитационном поле Земли потенциальная энергия пианино преобразуется в кинетическую энергию, т.е. энергию движения. Это очень интересный для наблюдения процесс, в ходе которого можно оценить финальную скорость движения пианино в момент столкновения с тротуаром. Не унывайте, предъявите соседям счет за пианино и сбегайте в магазин за ударной установкой.

### Получаем удовольствие от тепловых процессов

Тепло и холод являются неотъемлемыми компонентами повседневной жизни, а потому физика и в этом отношении сопровождает нас и летом, и зимой. Доводилось ли вам видеть капли конденсированной влаги на стакане с холодной водой в теплой комнате?

Теплые пары воды в воздухе резко охлаждаются при соприкосновении с холодным стаканом и

конденсируются на нем, образуя капельки воды. Пары воды таким образом передают свою энергию холодной воде в стакане, которая постепенно становится все теплее и теплее.

С помощью термодинамики можно определить, сколько тепла излучается нашим телом в холодный день, сколько мешочков льда нужно для охлаждения жерла вулкана, какова температура поверхности Солнца и дать ответ на многие другие вопросы, связанные с тепловой энергией.

Физика не ограничивается только нашей планетой. Почему космос холодный? Он практически пуст, так почему же он стал таким холодным? Почти все тепло в космосе распространяется в виде излучения и только очень малая его часть возвращается назад.

В обычной окружающей нас среде все объекты излучают тепло и поглощают тепло друг друга. Но в космосе тепло преимущественно излучается, и потому все объекты преимущественно охлаждаются.

Излучение тепла - это только один из трех способов переноса тепла. Более подробно разнообразные тепловые процессы, будь то тепло от Солнца или от трения объектов.

**Играем с зарядами и магнитами**  
После овладения основными законами видимого мира движущихся объектов и скрытого мира работы и энергии можно будет приступить к изучению еще более загадочных объектов. Действие электричества и магнетизма можно почувствовать не прямым, а только косвенным образом. Комбинируя электричество и магнетизм, можно генерировать свет, который лежит в основе видимости мира. Свойства света и его поведение при взаимодействии с линзами и другими объектами – это всегда новое для учащихся.

Большая часть физики связана с невидимым окружающим нас миром. Само вещество состоит из частиц, которые переносят электрические заряды, а в самих нас собрано невероятное количество таких зарядов. При накоплении зарядов мы можем наблюдать такие явления, как статическое электричество и вспышки молний. Движение зарядов проявляется как привычное нам электричество из розетки.

Электричество, как часть физики, проявляется и в молнии, и лампочке.

**Готовимся решить самые трудные задачи физики**  
Даже начиная с очень простых и скучных вопросов физики, можно быстро прийти к самым экзотическим явлениям и проблемам.

Альберт Эйнштейн является одним из наиболее известных и талантливых физиков.

Для многих людей он является типичным гением, который предложил совершенно необычный взгляд на природу и заглянул в самые темные уголки наших представлений о природе.

Но что конкретно сделал Эйнштейн? Что означает его знаменитая формула  $E=mc^2$ ?

Означает ли это эквивалентность массы и энергии, т.е. что можно преобразовать вещество в энергию и энергию обратно в вещество? Да, конечно, означает.

Это довольно неожиданный физический факт, с которым нам не приходится сталкиваться в

повседневной жизни. Но на самом деле мы сталкиваемся с ним каждый день.

Для генерации своего теплового излучения Солнце должно каждую секунду преобразовывать в энергию около 4,79 млн т вещества! Согласно теории Эйнштейна, еще более странные явления происходят при достижении скорости света.

“Посмотри на этот звездолет”, - скажете вы, глядя на ракету, пролетающую рядом почти со скоростью света. - Похоже, что вдоль направления движения он стал вдвое короче во время этого полета, чем в состоянии покоя.”

“Какой еще звездолет?” - спросят ваши друзья. - Он пролетел слишком быстро, и мы ничего не заметили.”

“Время, измеренное на этом звездолете, течет медленнее, чем время на Земле. По нашим меркам требуется около 200 лет, чтобы достичь ближайшей звезды, а по меркам экипажа звездолета потребуется всего 2 года.”

“Как это понять?” - спросят все.

Физика окружает нас повсюду - в любом известном нам месте. Хотите испытать свои возможности, тогда физика - именно то, что вам нужно.

*Обо всем выше сказанном читайте подробнее в книге «Мир в движении». Узнайте о физике побольше и наслаждайтесь знаниями!*

## Эксперименты

### Замороженные мыльные пузыри

**Необходимо:** вода, мыло хозяйственное, соломинка для коктейля, стакан, температура окружающей среды от -7 Цельсия и до бесконечности (при постановке опыта было -17 Цельсия), штиль.

**Готовим смесь:** наливаем треть стакана воды, натираем мыло на мелкой терке или скребим ножом. Полученный порошок засыпаем в воду, помешивая, но не сильно. Нельзя допускать образование на поверхности воды «пенки» из микропузырьков более чем 10 % от площади поверхности.

Порошок сыпать до тех пор, пока в комнатных условиях (+24) выдуваемые соломинкой пузырьки не начнут жить дольше трех-пяти секунд после отрыва от соломинки. То есть стенки должны быть прочными, но не толстыми.

Если использовать феери-подобные средства, то пузыри становятся тонкими, непрочными, не могут ложиться на снег, но более красиво кристаллизуются. При использовании шампуней пузыри получаются матовыми.

**Как выдувать правильно:** следует опустить соломинку до дна в стакан, таким образом внешняя часть соломинки окажется покрыта мыльным раствором.

Для лучшего эффекта можно наклонить стакан и, прижав соломинку к внутренней стенке, покрутить. Тогда на нее соберется мыльный осадок. После чего отомкнуть соломинку от стенки и плавно вынуть из стакана.

Постарайтесь, чтобы на конце соломинки захватилась часть «пенки».

Подносим соломинку горизонтально ко рту и начинаем дуть ритмичными, но со слабой амплитудой выдохами. Ритм приблизительно равен пульсу и должен идти по синусоиде, без резких перепадов. Саму соломинку

плавно крутим, чтобы на краю не скапливалась лишняя влага или кусочки мыла, которые могут порвать пузырь. Когда пузырь достигнет диаметра 4 - 6 см, мы отнимаем соломинку ото рта, даем войти внутрь холодному воздуху, и плавно покачивая, перемещаем пузырь с кончика на внешнюю стенку. Так, чтобы воздух больше не мог попасть в пузырь.

Плавно вращая вокруг оси, мы опускаем соломинку с пузырем на свежий (не втоптаный) снег. Если мы все делали правильно, то на днище пузыря скопилась «пенка», которая будет играть роль передатчика холода от снега, и подушки безопасности, которая не даст пузырю лопнуть.

Кладем этой подушкой его на снег, и ждем пару секунд. При температуре около  $-17$  от момента отрыва соломинки от рта до момента соприкосновения проходит секунд 7.

Если внимательно присмотреться, то к тому моменту, когда мы поднесем пузырь к снегу, нижняя его часть будет на грани замерзания, очень вязкая. А верхняя, так как мы крутим в ней соломинку, которую греет тепло наших рук, еще будет сохранять свои свойства.

Через секунду после соприкосновения с поверхностью, когда пузырь припаяется днищем к снегу, мы плавно, но быстро, вынимаем соломинку из него. Если замешкаться, то пузырь порвется, т. к. уже замерзнет. Если поспешить, то пузырь еще не ставший вязким лопнет.

Можно также попробовать замораживать пузыри прямо на соломинке. Это удобнее в плане маневренности относительно источников света, если вы планируете их фотографировать. Да и узоры получаются лучше, чем если класть на снег.

Если же перед надутием пузыря прогреть воздух в легких, и не набирать на соломинку «пенку», то можно увидеть, как пузырь замерзает в полете. Главное, для успешной отстыковки, чуть активнее дунуть в соломинку и сразу прекратить, чтобы не взорвать пузырь очередью мелких, вылетающих следом.



### Объемное зрение

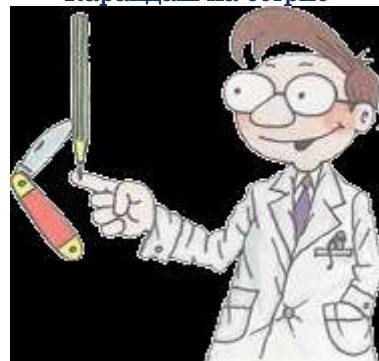
Сверни в тонкую трубочку лист бумаги (из тетради) и посмотри в нее правым глазом на свою руку. Левый глаз тоже должен оставаться открытым! Подожди пару секунд...



Через пару секунд ты увидишь, что в твоей руке дырка! В чем дело?

Каждый глаз видит свою картинку, а мозг старательно совмещает их. Таким образом, формируется объемное зрение, и мы можем различать, на каком расстоянии от нас находятся разные предметы. Твой левый глаз видит окружающие руку предметы, правый - видит только маленький участок твоей руки, а мозг сопоставляет эти картинки.

### Карандаш на острие



Попробуй поставить карандаш на острие. Если у тебя много терпения, то опыт с домино, вероятно, получится. Но уж с карандашом-то не получится наверняка. Можешь возиться хоть целый день!

И все-таки есть очень простой способ заставить карандаш стоять. Всади в него перочинный нож, раскрытый не до конца. На рисунке ясно видно, как это сделать.

Раскрывая нож больше или меньше, можешь устанавливать карандаш не только прямо, но и наклонно. И все равно он не будет падать, даже если его толкнуть. Немножко покачается — и останется стоять на острие!

Почему же карандаш без ножа падает, а с ножом стоит? Ведь в обоих случаях карандаш опирается на острие. Это его точка опоры. Но в первом случае точка опоры находилась в самом низу. А во втором — под ней висел перочинный нож. Ясно, что дело здесь именно в ноже. Если карандаш наклонится и начнет падать — нож будет



подниматься вверх. Но ведь нож тяжелее, он тянет вниз и заставляет карандаш снова выпрямиться.

Значит, равновесие будет устойчиво, если главная тяжесть находится ниже точки опоры.

## Интересные факты

### Почему комары не гибнут под дождём?



Масса капли дождя во много раз больше массы комара при сопоставимых размерах. Именно это, а также волоски на всей поверхности тела, приводит к очень малой передаче импульса от капли к комару, что даёт насекомым способность

выживать под дождём. При попадании капли на комара возможны два сценария: если удар приходится не по центру, насекомое немного вращается и летит дальше; иначе капля ненадолго увлекает комара за собой, но тот довольно быстро освобождается.

### Какой привычный предмет помогает смотреть сквозь непрозрачное матовое стекло?



Чтобы посмотреть сквозь матовое стекло, достаточно наклеить на него кусочек прозрачного скотча. Из-за неровностей матового стекла свет рассеивается, но клеящая сторона скотча сглаживает эти неровности, и в

результате свет проходит как будто сквозь обычное стекло. Нужно добавить, что если стекло матовое с двух сторон, этот трюк уже не сработает.

### До какой температуры ниже нуля вода может оставаться жидкой?



В нормальном состоянии вода начинает превращаться в лёд при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Процесс замерзания воды происходит вблизи центров кристаллизации, которые образуются вблизи мест

микроскопических возмущений. Однако если убрать эти возмущения, вода может оставаться жидкой вплоть до  $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$  — такое состояние называют переохлаждённой водой. Одно из коммерческих применений этого эффекта внедрено производителями напитков. Специальные партии газировки поставляются именно с переохлаждённой водой, и когда бутылку открывают, внутри сразу же образуется смесь из напитка и льда.

### Почему в горах холоднее, чем в низинах, хотя они находятся ближе к солнцу?



Солнце нагревает земной воздух не напрямую. Его излучение проходит сквозь слои атмосферы и поглощается сухой и водой на поверхности планеты, а уже затем от них воздух получает тепловую энергию. Поэтому хотя горы и ближе

к солнцу, в них холоднее, чем на равнинах, так как в среднем при подъёме на каждый километр температура уменьшается на  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  из-за адиабатического расширения воздуха. Но даже на самых больших высотах могут встречаться долины, которые благодаря особому рельефу и отражению

солнечных лучей от снега могут хорошо нагреваться. Например, в так называемом Западном цирке, который находится на одном из маршрутов к пику Эвереста на высоте более 6 000 метров, в солнечные безветренные дни температура может подниматься до  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Какой учёный и с какой целью срезал кожу со своих пальцев?



Русский учёный Василий Петров, первым в мире в 1802 году описавший явление электрической дуги, не жалел себя при проведении экспериментов. В то время не было таких приборов, как амперметр или вольтметр, и Петров проверял качество работы батарей по ощущению от электрического тока в пальцах. А чтобы чувствовать очень слабые токи, учёный специально срезал верхний слой кожи с кончиков пальцев.

### Почему сидящая на проводе птица не погибает от удара током?



Сидящая на проводе высоковольтной ЛЭП птица не страдает от тока, потому что её тело — плохой проводник тока. В местах прикосновения птичьих лап к проводу создаётся параллельное соединение, а так как провод гораздо лучше проводит электричество, по самой птице бежит очень малый ток,

который не может причинить вреда. Однако стоит птице на проводе коснуться ещё какого-нибудь заземлённого предмета, например металлической части опоры, она сразу погибает, ведь тогда уже сопротивление воздуха по сравнению с сопротивлением тела слишком велико, и весь ток идёт по птице.

### Почему небо днём синее, а во время заката — красное?



Коротковолновые составляющие солнечного спектра рассеиваются в воздухе сильнее, чем длинноволновые. Именно поэтому мы видим небо синим — ведь синий цвет находится на коротковолновом конце видимого спектра. По аналогичной причине во время заката или рассвета небо на

горизонте окрашивается в красные тона. В это время свет идёт по касательной к земной поверхности, и его путь в атмосфере гораздо длиннее, в результате чего значительная часть синего и зелёного цвета из-за рассеяния покидает прямой солнечный свет.

### Почему насекомые бьются в светильники?



Насекомые ориентируются в полёте по свету. Они фиксируют источник — Солнце или Луну — и выдерживают постоянный угол между ним и своим курсом, принимая такое положение, при котором лучи освещают всегда одну и ту же сторону. Однако если

лучи от небесных светил почти параллельны, то от искусственного источника света лучи расходятся радиально. И когда насекомое выбирает светильник для своего курса, то движется по спирали, постепенно приближаясь к нему.

### Как отличить сваренное яйцо от сырого?

Если сваренное яйцо крутануть на гладкой поверхности, оно быстро завертится в заданном направлении и будет вращаться довольно долго, а сырое остановится гораздо раньше. Это происходит потому, что крутое яйцо вращается как единое целое, а у сырого — содержимое жидкое, слабо связанное со скорлупой. Поэтому, когда начинается вращение, жидкое содержимое из-за инерции покоя отстаёт от вращения скорлупы и тормозит движение. Также во время вращения можно на короткий момент остановить вращение пальцем. По тем же причинам варёное яйцо сразу остановится, а сырое будет продолжать крутиться после того, как убрать палец.



### Почему лёд не тонет в воде?



Вода — единственное свободно встречающееся в природе вещество на Земле, плотность которого в жидком состоянии больше, чем в твёрдом. Поэтому лёд не тонет в воде. Именно благодаря этому водоёмы обычно не промерзают до дна, хотя при экстремальных температурах воздуха это возможно.

### Где вода может замёрзнуть при температуре +20 °С?

Вода может замёрзнуть в трубопроводе при температуре +20 °С, если в этой воде присутствует метан (если быть точнее, из воды и метана образуется газовый гидрат). Молекулы метана «расталкивают» молекулы воды, так как занимают больший объём. Это приводит к понижению внутреннего давления воды и повышению температуры замерзания.

### Как изначально выглядела шкала Цельсия?

В оригинальной шкале Цельсия температура замерзания воды принималась за 100 градусов, а кипения воды — за 0. Эта шкала была перевернута Карлом Линнеем, и в таком виде используется до нашего времени.

### Почему единица измерения и температуры, и крепости спиртных напитков называется одинаково — градус?

В 17-18 веках существовала физическая теория о теплороде — невесомой материи, находящейся в телах и являющейся причиной тепловых явлений. Согласно этой теории, в более нагретых телах содержится больше теплорода, чем в менее нагретых, поэтому температура определялась как крепость смеси вещества тела и теплорода. Именно поэтому единица измерения и температуры, и крепости спиртных напитков называется одинаково — градус.

### Почему можно увеличить скорость заморозки воды, предварительно нагрев её?

В 1963 году школьник из Танзании Эрасто Мпемба обнаружил, что горячая вода замораживается в морозильной камере быстрее, чем холодная. В честь него этот феномен назвали эффектом Мпембы. До сих пор учёные не смогли точно объяснить причину феномена, да и эксперимент удаётся не всегда: для него нужны определённые условия.

### Чем уникальны снежинки?



Из-за огромного разнообразия формы снежинок считается, что двух снежинок с одинаковым узором не существует. По мнению некоторых физиков вариантов таких форм больше, чем атомов в наблюдаемой Вселенной.

*Снежинки, увеличенные при помощи сканирующего электронного микроскопа*



### Каким образом лёд способен течь?

Лёд подвержен текучести — способность деформироваться под напряжением обуславливает движение льда в огромных ледниках. Некоторые гималайские ледники движутся со скоростью 2—3 метра в сутки.

### Что влияет на направление закручивания воронки воды?

Сила Кориолиса, вызванная вращением Земли вокруг собственной оси, никак не влияет на кручение воронки воды в ванной. Её действие можно увидеть на примере закручивания воздушных масс (по часовой стрелке в южном полушарии и против — в северном), но эта сила слишком мала, чтобы закрутить маленькую и быструю воронку. Направление вращения воды в ней зависит от других факторов, например, направления резьбы в сливном отверстии или конфигурации труб.

### Почему в радуге выделяют 7 цветов?



Хотя многоцветный спектр радуги непрерывен, по традиции в нём выделяют 7 цветов. Считают, что первым выбрал это число Исаак Ньютон. Причём первоначально он различал только пять цветов — красный, жёлтый, зелёный, голубой и фиолетовый, о чём и написал в своей «Оптике». Но впоследствии, стремясь создать соответствие между числом цветов спектра и числом основных тонов музыкальной гаммы, Ньютон добавил ещё два цвета.

### Почему радуга имеет форму дуги?

Солнечные лучи, проходя через капли дождя в воздухе, разлагаются в спектр, так как разные цвета спектра преломляются в каплях под разными углами. В результате формируется окружность — радуга, часть которой мы видим с земли в форме дуги, а центр окружности лежит на прямой «Солнце — глаз наблюдателя». Если свет в капле отражается два раза, то можно увидеть вторичную радугу.

### При каких условиях возникает перевёрнутая радуга?



Существует оптическое явление, которое можно назвать перевёрнутой радугой, хотя случается оно очень редко. Такая радуга появляется только при выполнении нескольких условий. В небе на высоте 7—8 км должна быть тонкая завеса перистых облаков, состоящих из кристалликов льда, а солнечный свет должен упасть на них под определённым углом, чтобы разложиться на спектр и отразиться в атмосферу. Цвета в радуге «вверх ногами» располагаются тоже наоборот: фиолетовый вверху, а красный — внизу.

### Зачем Ньютон запускал себе в глаз инородный предмет?

Исаак Ньютон интересовался многими аспектами физики и других наук, и не боялся проводить некоторые эксперименты на себе. Свою догадку о том, что мы видим окружающий мир из-за давления света на сетчатку глаза, он проверял так: вырезал из слоновой кости тонкий изогнутый зонд, запустил его себе в глаз и давил им на заднюю сторону глазного яблока. Возникшие цветные вспышки и круги подтвердили его гипотезу.

### Какой памятью могут обладать сплавы металлов?

Некоторым металлическим сплавам, например нитинолу (55% никеля и 45% титана), присущ эффект памяти формы. Он заключается в том, что деформированное изделие из такого материала при нагреве до определённой температуры возвращается к своей первоначальной форме. Это связано с тем, что данные сплавы имеют особую внутреннюю структуру под названием мартенсит, обладающую свойством термоупругости. В деформированных частях структуры возникают внутренние напряжения, которые стремятся вернуть структуру в исходное состояние. Материалы с памятью формы нашли широкое применение в производстве — например, для соединительных втулок, которые при очень низкой температуре сжимаются, а при комнатной — распрямляются, формируя соединение гораздо надёжнее сварки.

### Какие элементарные частицы названы в честь крика уток?

Мюррей Гелл-Манн, выдвинувший гипотезу о том, что адроны состоят из ещё более мелких частиц, решил назвать эти частицы звуком, который производят утки. Оформить этот звук в подходящее слово ему помог роман Джеймса Джойса «Поминки по Финнегану», а именно строка: «Three quarks for Muster Mark!». Отсюда частицы и получили название кварки, хотя совершенно не ясно, какое значение это несуществующее ранее слово имело у Джойса.

### Кто обладает как Нобелевской, так и Шнобелевской премиями?

Голландский физик российского происхождения Андрей Гейм в 2010 году получил Нобелевскую премию за опыты, которые помогли изучить свойства графена. А 10 годами раньше он получил ироничную Шнобелевскую премию за эксперимент по диамагнитной левитации лягушек. Таким образом, Гейм стал первым человеком в мире, который владеет как Нобелевской, так и Шнобелевской премиями.

### Почему два германо-американских спутника получили имена Том и Джерри?

В 2002 году Германия совместно с США запустила систему из двух космических спутников для измерения гравитации Земли под названием GRACE. Они летают по одной орбите на высоте около 450 километров один за другим, с промежутком 220 километров. Когда первый спутник подлетает к области с повышенной гравитацией, например, большому горному массиву, он ускоряется и удаляется от второго спутника. А через некоторое время сюда долетает и второй аппарат, тоже ускоряется и тем самым восстанавливает исходную дистанцию. За подобную игру в «догонялки» спутникам дали имена Том и Джерри.

### Чьи нобелевские медали были спрятаны от нацистов в растворённом виде?

В нацистской Германии было запрещено принятие Нобелевской премии после того, как в 1935 году премию мира вручили противнику национал-социализма Карлу фон Осецкому. Немецкие физики Макс фон Лауэ и Джеймс Франк доверили хранение своих золотых медалей Нильсу Бору. Когда в 1940 году немцы оккупировали Копенгаген, химик де Хевеши растворил эти медали в царской водке. После окончания войны де Хевеши экстрагировал спрятанное в царской водке золото и передал его Шведской королевской академии наук. Там изготовили новые медали и повторно вручили их фон Лауэ и Франку.

### Какое открытие Эйнштейна было удостоено Нобелевской премии?

В архивах Нобелевского комитета сохранилось около 60 номинаций Эйнштейна в связи с формулировкой теории относительности, однако премия была присуждена только за объяснение фотоэлектрического эффекта.

### Самая старая лампочка в мире

В США в одном из пожарных отделений города Ливермор (штат Калифорния) работает самая старая лампочка в мире. Это 4-ваттная лампа ручной работы, известная под именем «Столетняя лампа». Она постоянно горит уже более 100 лет, с 1901 года. Секрет ее долголетия заключается в том, что лампочку практически никогда не выключали. Столь необычайно долгий срок жизни не просто превратил лампу в местную достопримечательность, но и позволил занять ей свое место в книге рекордов Гиннеса как самой старой и работающей лампе в мире.



### Крупнейший в мире источник энергии для электростанций - это уголь. Сжигание угля в топках

котлов нагревает воду, а поднимающийся пар вращает турбины генераторов.



#### **Американский президент Бенджамин Франклин**

Интересно, что американский президент Бенджамин Франклин провел обширные исследования электричества в 18 веке и изобрел громоотвод.

#### **Война токов между Томасом Эдисоном и Никола Тесла**

В далекие 1880-е была "война токов между Томасом Эдисоном (который придумал постоянный ток) и Никола Тесла (который открыл переменный ток). Оба хотели, чтобы их системы широко использовались, но победил переменный ток, за простоту получения, больший КПД и меньшую опасность.

#### **Молния**

Молния - разряд электричества в атмосфере, достигающий десятков тысяч вольт.



#### **Мышечные клетки и электричество**

Электричество играет важную роль в здоровье человека. Мышечные клетки в сердца сокращаются и производят электроэнергию. Электрокардиограмма (ЭКГ) измеряет ритм сердца благодаря этим импульсам.

#### **Электрические угри**

Электрические угри могут поразить электрическим током напряжением около 500 вольт для самообороны и во время охоты.



## **Невероятное**

Вечером, 14 октября 2012 года, все мы могли наблюдать онлайн-трансляцию установления нового рекорда в истории человечества. Австриец Феликс Баумгартнер (FelixBaumgartner) прыгнул с рекордной высоты.

Причем, не просто прыгнул с высоты невероятных 39 километров, он еще и стал первым человеком на Земле, преодолевшем в свободном падении скорость звука! Максимальная скорость Феликса составила 1342,8 километра в час! Примечательно, что присутствовал на всех последних прыжках (а Феликс сделал их немало) бывший рекордсмен - Джо Киттингер (JoeKittinger), прыгнувший в 1960-м году с высоты в 31,4 километра. Виват, Феликс! Мы в восторге, то смогли наблюдать такое событие в прямой трансляции!



## **Физики шутят**

**Лиза Мейтнер** – первая в Германии женщина-физик, которая смогла получить учёную степень. Это было в начале 20-х годов XX века. Название её диссертации «Проблемы космической физики» какому-то

журналисту показалось немыслимым, и в газете было напечатано: «Проблемы косметической физики». Вклад Лизы Мейтнер в науку велик. Она открыла протактиний, вместе с О. Ганом начала исследования по облучению урана нейтронами. Первая (вместе с О. Фришем) дала теоретическое объяснение опытам Гана по расщеплению ядер урана, что положило начало эпохе ядерной энергии.

**Энрико Ферми** был членом Итальянской академии наук. Заседания её проходили во дворце и обставлялись всегда чрезвычайно пышно. Опаздывая на одно из заседаний, Ферми подъехал ко дворцу на своём маленьком «фиате». Выглядел он совсем не по-профессорски, имел довольно затрапезный вид, был без положенных мантии и треуголки. Ферми решил всё же попытаться проникнуть во дворец. Преградившим ему путь карабинерам он отрекомендовался как «шофёр Его Превосходительства профессора Ферми». Всё обошлось благополучно.

**Эйнштейн** был в гостях у своих знакомых. Начался дождь. Когда Эйнштейн собрался уходить, ему предложили взять шляпу. «Зачем? – сказал Эйнштейн. – Я знал, что будет дождь, и именно поэтому не надел шляпу. Ведь она сохнет дольше, чем волосы. Это же очевидно».

На одной из своих лекций **Давид Гильберт** сказал:

- Каждый человек имеет некоторый определенный горизонт. Когда он сужается и становится бесконечно малым, он превращается в точку. Тогда человек говорит: «Это моя точка зрения».

*Подготовила Князева Александра, 8 «Б» класс, СШ №2  
г.Свислочь*

### Загадки «Что это?»

1. То как арбузы велики,  
То словно яблоки мелки.  
Они не могут говорить,  
Но могут вес определить.



2. На стене висит тарелка,  
По тарелке ходит стрелка.  
Эта стрелка наперед  
Нам погоду узнает.



3. И в тайге, и в океане  
Он отыщет путь любой.  
Умещается в кармане.  
А ведет нас за собой.



### Загадки о физическом объекте или явлении



1. Кто не учившись, говорит на всех языках?
2. И день и ночь идут,  
А с места не сойдут.
3. Трещит, а не кузнечик,  
Летит, а не птица,  
Везёт, а не лошадь.



4. Вокруг носа вьётся, а в руки не даётся.
5. Во дворе горой, а в избе водой.
6. Видно, нет у ней ума:  
Ест она сама себя.



7. Висит груша, нельзя скушать.
8. Сверкнёт, мигнёт, кого-то позовёт.



9. Без крыльев, без тела за тысячу вёрст прилетела.
10. Придёт в дом - не выгонишь колом.  
Пора придёт - и сам уйдёт.
11. Попутчица за мною ходит вслед,  
Мне от неё ни зла, ни пользы нет.
12. Раскрашенное коромысло над рекою повисло.
13. Что идёт, не двигаясь с места?
14. Без рук рисует, без зубов кусает.
15. Что такое перед нами?  
Две оглобли за ушами,  
На глазах по колесу,  
И седёлка на носу?
16. Вечером на землю слетает,  
Ночью на листве пребывает,  
Утром опять улетает.
17. По морю идёт, идёт,  
А до берега дойдёт,  
Тут и пропадёт.
18. Не птица, а летит,  
Не жук, а гудит.
19. Над бабушкиной избушкой  
Висит хлеба краюшка,  
Собака лает, а достать не может.
20. Рук и ног у него нет,  
А всех трясёт и качает.
21. Конь стальной овса не просит,  
Зато пашет он и косит.
22. Чего в комнате не видно?

23. В тихую погоду нет нас нигде.  
Ветер подует - бежим по воде.



24. Держусь я только на ходу, а если встану, упаду.



25. Железные избушки держатся друг за дружку.  
Одна с трубой тянет всех за собой.



26. Стоит у самого окна, похожа на гармонь.  
Она всё лето холодна, а в холод, как огонь.
27. Совсем не боится тяжёлых поклаж  
И возит багаж с этажа на этаж.  
Весь день он в работе, не спит, не брюзжит  
По первому зову к тебе прибежит.
28. Языка нет, а правду скажет
29. В дверь, окно стучать не будет,  
А взойдёт и всех разбудит.
30. Светит, сверкает, всех согревает.
31. Раскалённая стрела дуб свалила у села.

**Ответы:** 1. Эхо, 2. Часы,  
3. Самолет, 4. Муха, 5.  
Снег, 6. Свеча, 7.  
Лампочка, 8. Молния,  
9. Радиоволна, 10.  
Солнечный луч, 11.  
Тень, 12. Радуга, 13.  
Время, 14. Мороз, 15.  
Очки, 16. Роса, 17.  
Волна, 18. Самолёт, 19.  
Месяц, 20. Ветер, 21.  
Трактор, 22. Воздух, 23.  
Волны, 24. Велосипед,  
25. Паровоз, 26.  
Батарея, 27. Лифт, 28.  
Зеркало, 29. Солнце,  
30. Солнце, 31.  
Молния.

### Тайна Пизанской башни

Падающая башня в Пизе – колокольня собора в городе Пиза (Италия), расположенная на Соборной площади, которую часто называют «Площадь чудес». Знаменитая 'падающая' башня (TorrePe'ldente) - это колокольня (Campanile) собора в городе Пизе, часть редкостного по своей красоте архитектурного ансамбля, состоящего, помимо колокольни и собора, еще из часовни для крещения (баптистерия) и кладбища. Если бы 'падающая' башня не кренилась, а стояла строго вертикально, как все остальные башни на свете, слава ее ограничилась бы, вероятно, лишь узким кругом архитекторов и историков. Благодаря же своему конструктивному изыску она известна во всем мире.

Работы по строительству кампанилы начались в 1174. Считается, что архитекторами были Бонанно Пизано и

Гульельмо да Инсбрук. Фундамент колокольни был заложен на глубине трех метров на «подушке» из камня. Работы по строительству были приостановлены через 10 лет, когда было завершено возведение третьего колоннадного кольца, поскольку появились первые признаки наклона здания.

Это объяснялось оседанием грунта, вызвавшего просадку фундамента на 30-40 см и отклонение башни от вертикали на 5 см. В 1275 работы вновь возобновились под руководством архитектора Джованни ди Симоне, который пытался выпрямить ось здания. Высота колокольни увеличилась на три этажа и достигла 48 м: в 1284 были завершены шесть этажей с лоджиями-галереями. Отклонение башни к тому времени составило более 90 см. В начале 14 в. на уровне шестого колоннадного кольца в больших проемах на ней были установлены колокола. Над шестым ярусом башни архитектор Томмазо ди Андрео



Пизано возвел галерею со звонницей (1350–1372). В это время отклонение башни от вертикали составляло 1,43 м.

Сегодня, когда смотришь на башню снизу или, тем паче, сам взбираешься на ее верхнюю площадку по 294 ступеням, с замиранием сердца ощущая по пути, как все строение вот-вот завалится набок, остается только удивляться, как и почему она до сих пор не упала. С каждым годом угол ее наклона все увеличивается, и тревога за ее судьбу все растет. В начале нашего столетия отклонение от оси вертикали составляло 4,3 метра, сегодня оно составляет уже 4,6 метра

После того как колокольня собора Pavia разрушилась в 1989 году, ConsorzioProgettoTorrediPisa (Консорциум Проекта Пизанской Башни) поручил инженерам стабилизировать "Падающую" Башню. Из-за того, что

Башня наклонялась в различных направлениях первые годы, она слегка искривилась, как банан. Инженеры работают над фундаментом Башни больше чем над самим строением, надеясь вернуть вершину башни примерно на 20 см назад. Но это означает, что 800-летняя башня останется "падающей".

Работы по сохранению башни (решению проблемы ее наклона) начались еще во время строительства. Первая комиссия экспертов работала на ней в 1298, проверки проводились в 1396, в 1550, неоднократные в 18–19 вв. До нашего времени на ней работали уже 15 комиссий. В 1935, чтобы сделать фундамент башни влагонепроницаемым, в него ввели жидкий цемент. В 1992 на высоте первой галереи и под карнизом памятника были наложены 18 стальных колец, покрытых специальным пластиком, которые должны были помешать дальнейшему проседанию здания. Для временного укрепления фундамента с северной стороны положили 600 тонн свинца, который в 1993 перенесли на платформу, соединенную с башней при помощи обручей.

Падающая башня имеет цилиндрическую форму и устремляется ввысь своими восемью ярусами (считая звонницу). Шесть центральных ее этажей окаймлены изящными декоративными аркадами, в облике которых, возможно, сказались влияние византийской или мусульманской архитектурной традиции. Вопрос о возможных мусульманских влияниях интересен вдвойне, поскольку до сих пор не ясно, возникла ли идея отдельно стоящей колокольни в христианской церковной архитектуре под воздействием мусульманских минаретов, или, напротив, сами эти минареты, с высоты которых муэдзины призывали верующих к молению, ведут свою родословную от христианских колоколен. 'Падающая' башня строилась как колокольня при Пизанском соборе, возведение которого началось столетием ранее. Случилось это после победного морского сражения пизанцев против сарацин при Палермо в 1063 году. В Пизанском соборе находятся несколько захоронений различных исторических деятелей, среди которых - гробница германского императора Генриха VII. Архитектурный стиль сооружения приобрел известность под названием романо-пизанского. В черно-белой мраморной облицовке наружных стен опять-таки очевидно влияние ислама. Фасад первого этажа увенчан аркадами, а в верхней части декоративные аркады расположены в несколько ярусов друг над другом, уменьшаясь от центра к флангам и образуя фронтонную конструкцию. Собор с его средним и поперечным нефами и богато орнаментированным интерьером был окончательно достроен позже.

Круглая в плане башня, выполненная из камня и мрамора, вызывает восхищение своими грандиозными размерами, ажурностью и ощущением «эффекта падения». Высота восьмijарусной колокольни – 58,36 м над фундаментом, диаметр основания – 15,54 м, отклонение на уровне основания превышает 4 м. Центральный цилиндр башни выложен из кирпича. Толщина наружных стен уменьшается от основания к вершине (у основания – 4,9 м, на высоте галерей – 2,48

м). Нижний ярус колокольни украшен 15 полуколоннами. Ажурность и легкость башне придают колонны, с опирающимися на них округлыми арками, с проходами под ними: 6 ярусов аркад по 30 колонн в каждом. Наверху расположена нарядно украшенная звонница с колоколами. Внутри цилиндра колокольни идет винтовая лестница из 294 ступеней, по которой можно попасть на обзорную площадку.

Башня декорирована орнаментом из цветного мрамора (белого и светло-серого). У входа расположены барельефы с изображением фантастических животных, наверху – люнетта со скульптурой Мадонна с младенцем Андреа Гварди (15 в.)

В 1564 году в Пизе родился Галилео Галилей, будущий знаменитый ученый. Судя по его собственным рассказам, он использовал Пизанскую башню для своих опытов. С верхнего ее этажа он бросал различные предметы, чтобы доказать, что скорость падения не зависит от веса падающего тела.

Первым строителем храма был архитектор Бускетто, вероятно, выходец из Греции. На это указывают как фамилия мастера, так и предложенная им композиция собора, восходящая к идеям византийской архитектуры V века.



После 1118 года строительство Пизанского собора продолжил мастер Райнальдо. Он удлинил главный неф здания и возвел фасады. Именно ему принадлежит оформление главного фасада собора в виде нескольких рядов легких, изящных полукруглых аркад. В Тоскане не было принято украшать фасады церковей скульптурой, и мастер Райнальдо просто облицевал фасад белым и черным, с серо-голубым оттенком, камнем с мраморными инкрустациями. Под ярким южным солнцем Пизанский собор контрастирует с зеленью луга и, кажется, вбирает в себя все краски неба. Собор производит удивительное впечатление благодаря ювелирной отделке своих колонок и арок, создающих ощущение игрушечности. Сколько же терпения и любви понадобилось мастерам, чтобы так тщательно и

кропотливо соединять в единое целое множество мраморных деталей! В основном строительство Пизанского собора было завершено в 1150-х годах. Такая сравнительно быстрая постройка объясняется тем, что мастера не тратили время на возведение сложных каменных сводов: перекрытие центрального нефа выполнено деревянным. Над порталами помещены красочные мозаичные панно. Интерьер собора украшают позолоченный потолок и многочисленные мраморные скульптуры. Скульптурные работы в храме связаны с именем выдающегося итальянского мастера Никколо Пизано. Его скульптуры напоминают искусство времен Римской империи времен раннего христианства. Многие исследователи усматривают в творчестве Пизано первые проблески эпохи Ренессанса ("проторенессанс"). Дело отца продолжил его сын, Джованни Пизано, также много работавший над украшением храма.

Строительство звонницы-кампании ("Пизанской башни") было начато в 1174 году, как предполагают - мастерами Вильгельмом (Гульельмо) из Инсбрука и Боннано. Башня имеет монолитное основание, окруженное "слепыми" (без прохода внутрь) аркадами. Над ними поднимается шесть ярусов арочных галерей, таких же, как и аркады главного фасада собора. Этот мотив аркад объединяет весь ансамбль в единое целое.

В алтаре Пизанского собора возвышается колоссальная статуя Христа. Очень хороша мраморная готическая кафедра (амвон) - работы отца и сына Пизано, одна из главных достопримечательностей собора. Кафедра богато украшена скульптурой и рельефами работы Никколо Пизано, выполненными около 1260 года. В целом же внутреннее убранство собора сильно пострадало во время пожара 1596 года.

Знаменитый соборный ансамбль в Пизе - шедевр средневековой итальянской архитектуры. Создание ансамбля началось в 1063 году, когда на окраине города, на зеленом лугу, было заложено здание ансамбля городского собора, включившего в себя беломраморный пятинефный собор, колокольню и баптистерий-крещальню. Так на удаленной от городского центра площади образовалось одно из выдающихся произведений средневековья, оказавшее огромное воздействие на развитие итальянской культуры.

## Решение задач по теме "Линзы. Построение изображений в тонкой линзе. Формула линзы"

**Цель:** рассмотреть примеры решения задач на применение формулы тонкой линзы, свойства основных лучей и правила построения изображений в тонкой линзе, в системе двух линз.

### Ход занятия

Прежде чем приступить к выполнению задания, необходимо повторить определения главной и побочной оптических осей линзы, фокуса, фокальной плоскости, свойства основных лучей при построении изображений в тонких линзах, формулу тонкой линзы (собирающей и рассеивающей), определение оптической силы линзы, увеличения линзы.

Для проведения занятия учащимся предлагается несколько расчетных задач с объяснением их решения и задачи для самостоятельной работы.

### Качественные задачи

1. С помощью собирающей линзы на экране получено действительное изображение предмета с увеличением  $\Gamma_1$ . Не изменяя положение линзы, поменяли местами предмет и экран. Каким окажется увеличение  $\Gamma_2$  в этом случае?
2. Как надо расположить две собирающие линзы с фокусными расстояниями  $F_1$  и  $F_2$ , чтобы параллельный пучок света, пройдя через них, остался параллельным?
3. Объясните, почему для того, чтобы получить четкое изображение предмета, близорукий обычно щурит глаза?
4. Как изменится фокусное расстояние линзы, если ее температура повысится?
5. На рецепте врача написано: +1,5 Д. Расшифруйте, какие это очки и для каких глаз?

### Примеры решения расчетных задач

**Задача 1.** Заданы главная оптическая ось линзы  $NN$ , положение источника  $S$  и его изображения  $S'$ . Найдите построением положение оптического центра линзы  $C$  и ее фокусов для трех случаев (рис. 1).

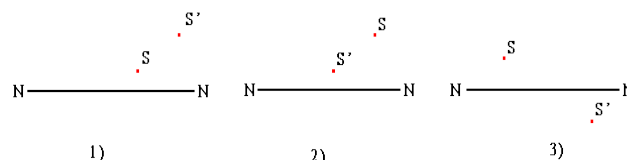


Рис. 1

**Решение:**

Для нахождения положения оптического центра  $C$  линзы и ее фокусов  $F$  используем основные свойства линзы и лучей, проходящих через оптический центр, фокусы линзы или параллельно главной оптической оси линзы.

**Случай 1.** Предмет  $S$  и его изображение расположены по одну сторону от главной оптической оси  $NN$  (рис. 2).

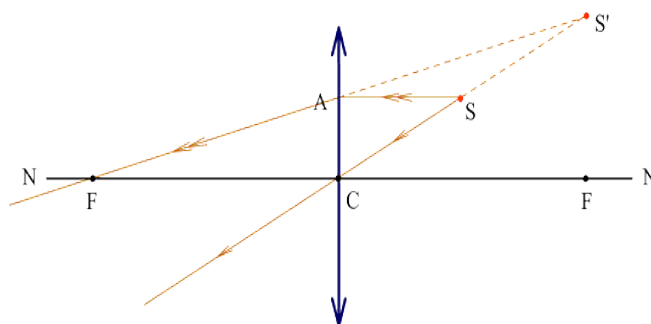
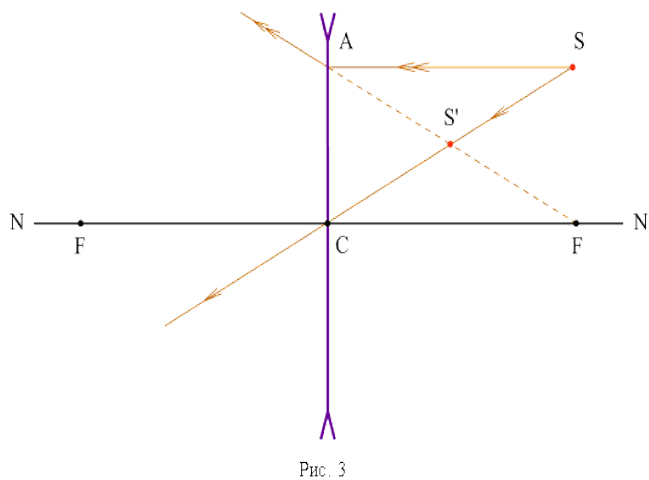


Рис. 2



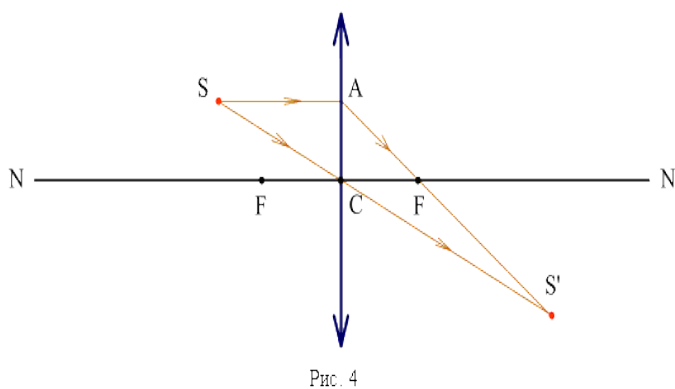
Проведем через  $S$  и  $S'$  прямую (побочную ось) до пересечения с главной оптической осью  $NN$  в точке  $C$ . Точка  $C$  определяет положение оптического центра линзы, расположенной перпендикулярно оси  $NN$ . Лучи, идущие через оптический центр  $C$ , не преломляются. Луч  $SA$ , параллельный  $NN$ , преломляется и идет через фокус  $F$  и изображение  $S'$ , причем через  $S'$  идет продолжение луча  $SA$ . Это значит, что изображение  $S'$  в линзе является мнимым. Предмет  $S$  расположен между оптическим центром и фокусом линзы. Линза является собирающей.

*Случай 2.* Проведем через  $S$  и  $S'$  побочную ось до пересечения с главной оптической осью  $NN$  в точке  $C$  - оптическом центре линзы (рис. 3).



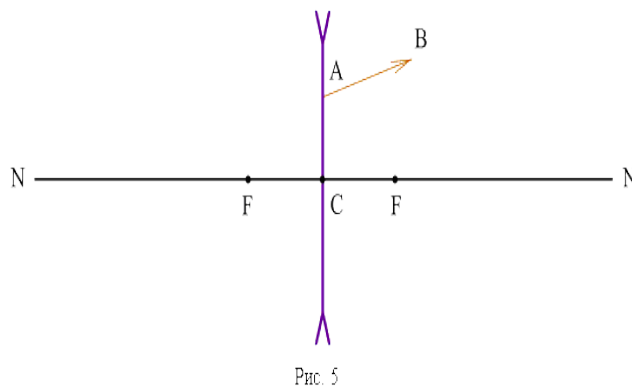
Луч  $SA$ , параллельный  $NN$ , преломляясь, идет через фокус  $F$  и изображение  $S'$ , причем через  $S'$  идет продолжение луча  $SA$ . Это значит, что изображение мнимое, а линза, как видно из построения, рассеивающая.

*Случай 3.* Предмет  $S$  и его изображение лежат по разные стороны от главной оптической оси  $NN$  (рис. 4).



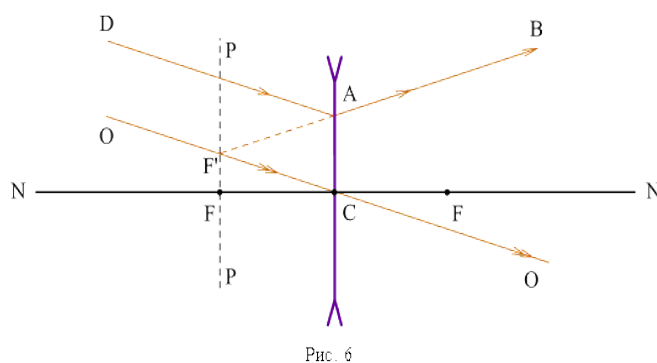
Соединив  $S$  и  $S'$ , находим положение оптического центра линзы и положение линзы. Луч  $SA$ , параллельный  $NN$ , преломляется и через фокус  $F$  идет в точку  $S'$ . Луч через оптический центр идет без преломления.

**Задача 2.** На рис. 5 изображен луч  $AB$ , прошедший сквозь рассеивающую линзу. Постройте ход луча падающего, если положение фокусов линзы известно.



*Решение:*

Продолжим луч  $AB$  до пересечения с фокальной плоскостью  $PP$  в точке  $F'$  и проведем побочную ось  $OO$  через  $F'$  и  $C$  (рис. 6).



Луч, идущий вдоль побочной оси  $OO$ , пройдет, не меняя своего направления, луч  $DA$ , параллельный  $OO$ , преломляется по направлению  $AB$  так, что его продолжение идет через точку  $F'$ .

**Задача 3.** На собирающую линзу с фокусным расстоянием  $F_1 = 40$  см падает параллельный пучок лучей. Где следует поместить рассеивающую линзу с фокусным расстоянием  $F_2 = 15$  см, чтобы пучок лучей после прохождения двух линз остался параллельным?

*Решение:* По условию пучок падающих лучей  $EA$  параллелен главной оптической оси  $NN$ , после преломления в линзах он должен таковым и остаться. Это возможно, если рассеивающая линза расположена так, чтобы задние фокусы линз  $F_1$  и  $F_2$  совпали. Тогда продолжение луча  $AB$  (рис. 7), падающего на рассеивающую линзу, проходит через ее фокус  $F_2$ , и по правилу построения в рассеивающей линзе преломленный луч  $BD$  будет параллелен главной оптической оси  $NN$ , следовательно, параллелен лучу  $EA$ . Из рис. 7 видно, что рассеивающую линзу следует поместить на расстоянии  $d = F_1 - F_2 = (40 - 15)(\text{см}) = 25$  см от собирающей линзы.

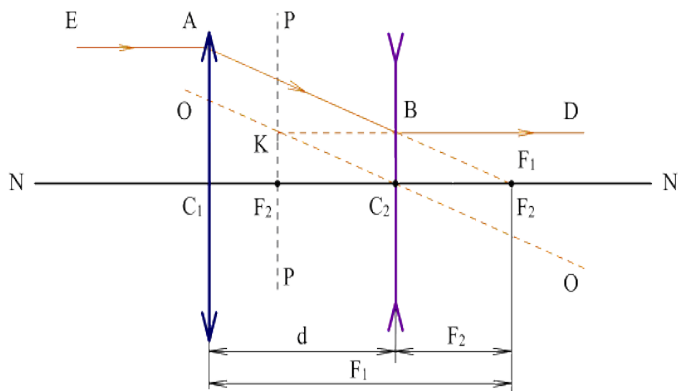


Рис. 7

Ответ: на расстоянии 25 см от собирающей линзы.

**Задача 4.** Высота пламени свечи 5 см. Линза дает на экране изображение этого пламени высотой 15 см. Не трогая линзы, свечу отодвинули на  $l = 1,5$  см дальше от линзы и, придвинув экран, вновь получили резкое изображение пламени высотой 10 см. Определите главное фокусное расстояние  $F$  линзы и оптическую силу линзы в диоптриях.

Решение: Применим формулу тонкой

линзы  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ , где  $d$  - расстояние от предмета до линзы,  $f$  - расстояние от линзы до изображения, для двух положений предмета:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}, \quad (1)$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_1 + l} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}. \quad (2)$$

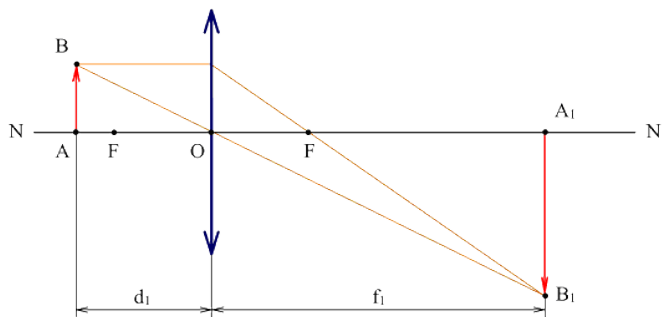


Рис. 8

Из подобных треугольников  $AOB$  и  $A_1OB_1$  (рис. 8) поперечное увеличение линзы будет равно

$$\Gamma_1 = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{f_1}{d_1}, \text{ откуда } f_1 = \Gamma_1 d_1.$$

Аналогично для второго положения предмета после

передвижения его на  $l$ :  $\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_1 + l}$ , откуда  $f_2 = (d_1 + l)\Gamma_2$ .

Подставляя  $f_1$  и  $f_2$  в (1) и (2), получим:

$$\begin{cases} \frac{1}{d_1} + \frac{1}{\Gamma_1 d_1} = \frac{1}{F}, \\ \frac{1}{d_1 + l} + \frac{1}{(d_1 + l)\Gamma_2} = \frac{1}{F}. \end{cases} \quad (3)$$

Из системы уравнений (3), исключив  $d_1$ , находим

$$F = \frac{\ell \Gamma_1 \Gamma_2}{\Gamma_1 - \Gamma_2} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Оптическая сила линзы

$$D = \frac{1}{F} = 11 \text{ дптр.}$$

$$F = \frac{\ell \Gamma_1 \Gamma_2}{\Gamma_1 - \Gamma_2} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Ответ:

$$D = \frac{1}{F} = 11 \text{ дптр.}$$

**Задача 5.** Двояковыпуклая линза, сделанная из стекла с показателем преломления  $n = 1,6$ , имеет фокусное расстояние  $F_0 = 10$  см в воздухе ( $n_0 = 1$ ). Чему будет равно фокусное расстояние  $F_1$  этой линзы, если ее поместить в прозрачную среду с показателем преломления  $n_1 = 1,5$ ? Определите фокусное расстояние  $F_2$  этой линзы в среде с показателем преломления  $n_2 = 1,7$ .

Решение:

Оптическая сила тонкой линзы определяется формулой

$$D = \frac{1}{F} = \left( \frac{n_{\text{л}}}{n_{\text{ср}}} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где  $n_{\text{л}}$  - показатель преломления линзы,  $n_{\text{ср}}$  - показатель преломления среды,  $F$  - фокусное расстояние линзы,  $R_1$  и  $R_2$  - радиусы кривизны ее поверхностей.

Если линза находится в воздухе, то

$$\frac{1}{F_0} = \left( \frac{n}{n_0} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); \quad (4)$$

в среде с показателем преломления  $n_1$ :

$$\frac{1}{F_1} = \left( \frac{n}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); \quad (5)$$

в среде с показателем преломления  $n$ :

$$\frac{1}{F_2} = \left( \frac{n}{n_2} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right). \quad (6)$$

Для определения  $F_1$  и  $F_2$  выразим  $\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$  из (4):

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{n_0}{F_0(n - n_0)}$$

Подставим полученное значение в (5) и (6). Тогда получим

$$F_1 = \frac{F_0(n - n_0)n_1}{(n - n_1)n_0} = 90 \text{ см,}$$

$$F_2 = \frac{F_0(n - n_0)n_2}{(n - n_2)n_0} = -102 \text{ см.}$$

Знак "-" означает, что в среде с показателем преломления большим, чем у линзы (в оптически более плотной среде) собирающая линза становится рассеивающей.

$$F_1 = \frac{F_0(n - n_0)n_1}{(n - n_1)n_0} = 90$$

Ответ:

$$F_2 = \frac{F_0(n - n_0)n_2}{(n - n_2)n_0} = -102$$

см, см.

**Задача 6.** Система состоит из двух линз с одинаковыми по модулю фокусными расстояниями. Одна из линз собирающая, другая рассеивающая. Линзы расположены на одной оси на некотором расстоянии друг от друга. Известно, что если поменять линзы местами, то действительное изображение Луны, даваемое этой системой, сместится на  $l = 20$  см. Найдите фокусное расстояние каждой из линз.

Решение:

Рассмотрим случай, когда параллельные лучи 1 и 2 падают на рассеивающую линзу (рис. 9).

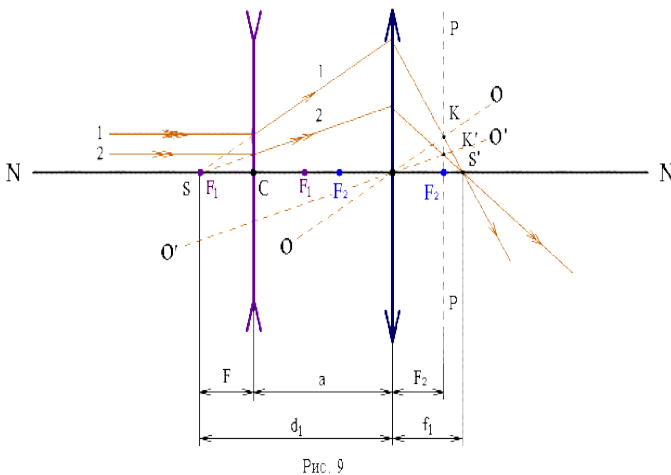


Рис. 9

После преломления их продолжения пересекаются в точке  $S$ , являющейся фокусом рассеивающей линзы. Точка  $S$  является "предметом" для собирающей линзы. Ее изображение в собирающей линзе получим по правилам построения: лучи 1 и 2, падающие на собирающую линзу, после преломления проходят через точки пересечения соответствующих побочных оптических осей  $OO$  и  $O'O'$  с фокальной плоскостью  $PP$  собирающей линзы и пересекаются в точке  $S'$  на главной оптической оси  $NN$ , на

расстоянии  $f_1$  от собирающей линзы. Применим для собирающей линзы формулу

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}, \quad (7)$$

где  $d_1 = F + a$ .

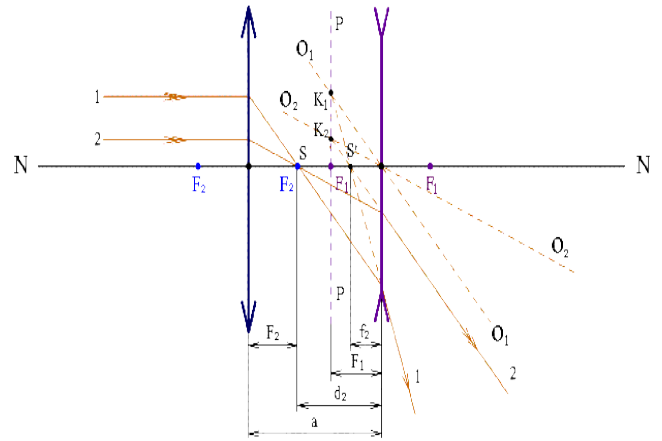


Рис. 10

Пусть теперь лучи падают на собирающую линзу (рис. 10). Параллельные лучи 1 и 2 после преломления соберутся в точке  $S$  (фокусе собирающей линзы). Падая на рассеивающую линзу, лучи преломляются в рассеивающей линзе так, что продолжения этих лучей проходят через точки пересечения  $K_1$  и  $K_2$  соответствующих побочных осей  $O_1O_1$  и  $O_2O_2$  с фокальной плоскостью  $PP$  рассеивающей линзы. Изображение  $S'$  находится в точке пересечения продолжений вышедших лучей 1 и 2 с главной оптической осью  $NN$  на расстоянии  $f_2$  от рассеивающей линзы.

Для рассеивающей линзы

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2}, \quad (8)$$

где  $d_2 = a - F$ .

Из (7) и (8) выразим  $f_1$  и  $f_2$ :

$$f_1 = \frac{F(F + a)}{a} - f_2 = \frac{F(F - a)}{a}$$

Разность между ними по условию равна

$$l = f_1 - (-f_2) = \frac{F(F + a)}{a} - \frac{F(F - a)}{a}$$

$$F = \frac{l}{2} = 10$$

Откуда см.

$$F = \frac{l}{2} = 10$$

Ответ: см.

**Задача 7.** Собирающая линза дает на экране изображение  $S'$  светящейся точки  $S$ , лежащей на главной оптической оси. Между линзой и экраном на расстоянии  $d = 20$  см от экрана поместили рассеивающую линзу. Отодвигая экран от рассеивающей линзы, получили новое изображение  $S''$  светящейся точки  $S$ . При этом расстояние нового положения экрана от рассеивающей линзы равно  $f = 60$  см.

Определите фокусное расстояние  $F$  рассеивающей линзы и ее оптическую силу в диоптриях.

Решение:

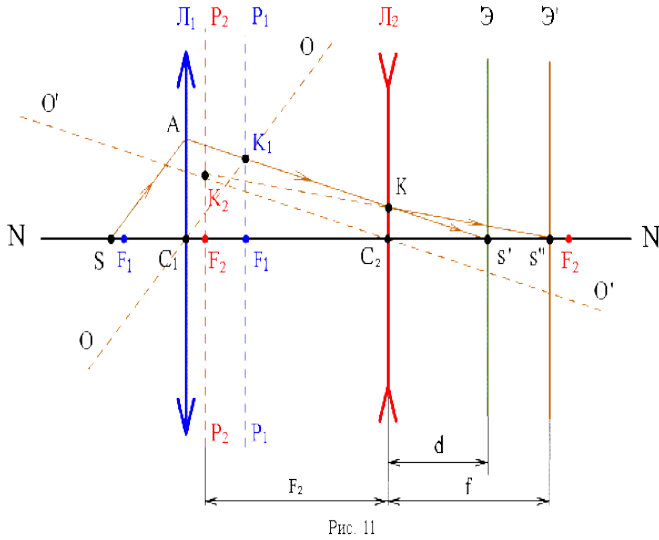


Рис. 11

Изображение  $S'$  (рис. 11) источника  $S$  в собирающей линзе  $L_1$  находится на пересечении луча, идущего вдоль главной оптической оси  $NN$  и луча  $SA$  после преломления идущего в направлении  $AS'$  по правилам построения (через точку  $K_1$  пересечения побочной оптической оси  $OO$ , параллельной падающему лучу  $SA$ , с фокальной плоскостью  $P_1P_1$  собирающей линзы). Если поставить рассеивающую линзу  $L_2$ , то луч  $AS'$  изменяет направление в точке  $K$ , преломляясь (по правилу построения в рассеивающей линзе) в направлении  $KS''$ . Продолжение  $KS''$  проходит через точку  $K_2$  пересечения побочной оптической оси  $O'O'$  с фокальной плоскостью  $P_2P_2$  рассеивающей линзы  $L_2$ .

По формуле для рассеивающей линзы

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f},$$

где  $d$  - расстояние от линзы  $L_2$  до предмета  $S'$ ,  $f$  - расстояние от линзы  $L_2$  до изображения  $S''$ .

$$F = \frac{df}{d - f} = \frac{20 \cdot 60}{20 - 60} = -30$$

Отсюда  $F = -30$  см.

Знак "-" указывает, что линза рассеивающая.

$$D = \frac{1}{F} = -\frac{1}{0,3} \approx -3,3$$

Оптическая сила линзы дптр.

$$F = \frac{df}{d - f} = 30 \quad D = \frac{1}{F} \approx -3,3$$

Ответ: 30 см, дптр.

### Задачи для самостоятельной работы

1. Тонкая стеклянная линза имеет оптическую силу  $D = 5$  дптр. Когда эту линзу погружают в жидкость с показателем преломления  $n_2$ , она действует как рассеивающая с фокусным расстоянием  $F = 100$  см. Определите показатель преломления  $n_2$  жидкости, если показатель преломления стекла линзы  $n_1 = 1,5$ .

$$n_2 = \frac{F_2 D n_1}{F_2 D + 1 - n_1} \approx 1,67$$

Ответ:

2. Предмет находится на расстоянии  $a = 0,1$  м от переднего фокуса собирающей линзы, а экран, на котором получается четкое изображение предмета, расположен на расстоянии  $b = 0,4$  м от заднего фокуса линзы. Найдите фокусное расстояние  $F$  линзы. С каким увеличением  $\Gamma$  изображается предмет?

$$\Gamma = \sqrt{\frac{b}{a}} = 2$$

Ответ:  $F = \sqrt{ab} = 2 \cdot 10^{-1}$  м;

3. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями  $F_1 = 10$  см и  $F_2 = 15$  см расположены вдоль общей главной оптической оси на расстоянии  $l = 30$  см друг от друга. Где следует поместить точечный источник света, чтобы идущие от него лучи после прохождения обеих линз образовали пучок лучей, параллельных главной оптической оси? Рассмотрите два варианта.

$$d_1 = \frac{(l - F_2)F_1}{l - F_2 - F_1} = 30$$

Ответ: 30 см перед первой линзой;

$$d_2 = \frac{(l - F_1)F_2}{l - F_1 - F_2} = 60$$

см за второй линзой.

4. Линза с фокусным расстоянием  $F = 5$  см плотно вставлена в круглое отверстие в доске. Диаметр отверстия  $D = 3$  см. На расстоянии  $d = 15$  см от линзы на ее оптической оси находится точечный источник света. По другую сторону доски помещен экран, на котором получается четкое изображение источника. Каков будет диаметр  $D_1$  светлого кружка на экране, если линзу вынуть из отверстия?

$$D_1 = \frac{Dd}{d - F} = 4,5$$

Ответ: 4,5 см.

5. Постройте изображение точки, лежащей на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии, меньшем фокусного. Положение фокусов линзы задано.

6. Параллельный пучок света падает перпендикулярно на собирающую линзу, оптическая сила которой  $D_1 = 2,5$  дптр. На расстоянии 20 см от нее находится рассеивающая линза с оптической силой  $D_2 = -5$  дптр. Диаметр линз равен 5 см. На расстоянии 30 см от рассеивающей линзы расположен экран Э. Каков диаметр светлого пятна, создаваемого линзами, на экране?

Ответ: 2,5 см.

7. Две собирающие линзы с оптическими силами  $D_1 = 5$  дптр и  $D_2 = 6$  дптр расположены на расстоянии  $l = 60$  см друг от друга. Найдите, используя построение в линзах, где находится изображение

предмета, расположенного на расстоянии  $d = 40$  см от первой линзы, и поперечное увеличение системы.

Ответ: 1 м; 5.

8. Задан ход падающего и преломленного лучей в рассеивающей линзе (рис. 12). Найдите построением главные фокусы линзы.

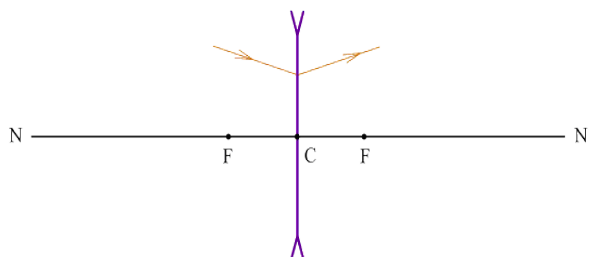


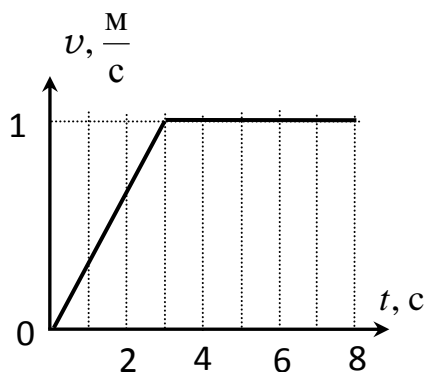
Рис. 12

### Литература

1. Касьянов В.А. Физика. 11 кл.: Учебн. для общеобразоват. учреждений. - 2-е изд., дополн. - М.: Дрофа, 2004. - С. 281-306.
2. Элементарный учебник физики /Под ред акад. Г.С. Ландсберга. - Т. 3. - М.: Физматлит, 2000 и предшествующие издания.
3. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика. Т. 2. Электродинамика. Оптика. - М.: Физматлит: Лаборатория базовых знаний; СПб.: Невский диалект, 2001. - С. 308-334.
4. Белолипецкий С.Н., Еркович О.С., Казаковцева В.А. и др. Задачник по физике. - М.: Физматлит, 2005. - С. 215-237.
5. Буховцев Б.Б., Кривченков В.Д., Мякишев Г.Я., Сараева И.М. Задачи по элементарной физике. - М.: Физматлит, 2000 и предшествующие издания.
6. [http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/optika/pract/text/pr\\_6.htm](http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/optika/pract/text/pr_6.htm)

### Интернет-олимпиада РБ 2009, физика, I тур, 10 класс, решения задач

1. На рисунке приведен график зависимости мгновенной скорости материальной точки от времени движения. Средняя скорость  $\langle v_{1/2} \rangle$  точки на первой половине пути равна ...  $\frac{M}{c}$ .



Решение: Весь путь, пройденный материальной точкой, равен площади фигуры, ограниченной графиком зависимости скорости от времени. Из рисунка видно, что этой фигурой является трапеция, ее площадь:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 2c + 5c = 14 \frac{M}{c} = 91M. \text{ Половина пути } s_{1/2} = 45,5M.$$

Из рисунка видно, что первые  $\Delta t_1 = 3c$  точка двигалась равноускоренно и прошла путь  $s_1 = \frac{1}{2} \cdot 14 \frac{M}{c} \cdot 3c = 21M$ . До

середины пути ей необходимо равномерно пройти еще  $s_2 = s_{1/2} - s_1 = 45,5M - 21M = 24,5M$ . На это было затрачено время

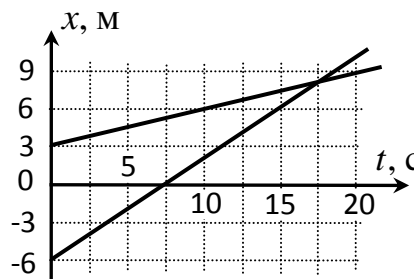
$$\Delta t_2 = \frac{24,5M}{14 \frac{M}{c}} = 1,75c$$

Все время движения на первой половине пути  $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 3c + 1,75c = 4,75c$ . Средняя скорость за этот промежуток времени  $\langle v_{1/2} \rangle = \frac{s_{1/2}}{\Delta t}$

$$\langle v_{1/2} \rangle = \frac{24,5M}{4,75c} = 9,58 \frac{M}{c} \approx 10 \frac{M}{c}$$

Ответ:  $\langle v_{1/2} \rangle = 10 \frac{M}{c}$ .

2. На рисунке приведены графики зависимостей координат двух тел, движущихся вдоль оси  $Ox$ , от времени. Модуль относительной скорости  $v_{отн}$  тел равен ...  $\frac{CM}{c}$ .



Решение: Из рисунка видно, что оба тела движутся в одном направлении. Следовательно,  $v_{отн} = |v_{1x} - v_{2x}|$ .

Проекция скоростей тел:  $v_{1x} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}$ ;  $v_{2x} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}$ .

Выбираем для первого тела  $\Delta t_1 = 10c - 0c = 10c$ . Проекция перемещения тела за этот промежуток времени:  $\Delta x_1 = 6M - 3M = 3M \Rightarrow$

$$v_{1x} = \frac{3M}{10c} = 0,3 \frac{M}{c}. \text{ Для второго тела выбираем}$$

$\Delta t_2 = 7,5c - 0c = 7,5c$ . Проекция перемещения тела за этот промежуток времени:  $\Delta x_2 = 0M - (-6)M = 6M \Rightarrow$

$$v_{2x} = \frac{6M}{7,5c} = 0,8 \frac{M}{c}. \text{ Окончательно:}$$

$$v_{отн} = \left| 0,3 \frac{M}{c} - 0,8 \frac{M}{c} \right| = 0,5 \frac{M}{c} = 50 \frac{CM}{c}. \text{ Ответ: } v_{отн} = 50 \frac{CM}{c}.$$

3. Два автомобиля приближаются к перекрестку по взаимно перпендикулярным дорогам. Модуль скорости первого автомобиля  $v_1 = 54 \frac{KM}{ч}$ , модуль скорости второго

$v_2 = 72 \frac{KM}{ч}$ . В начальный момент времени первый автомобиль находится на расстоянии  $l_1 = 400M$ , а второй – на расстоянии  $l_2 = 950M$  от перекрестка. Расстояние  $L$  между автомобилями станет таким же,

как в начальный момент времени, через промежуток времени  $\Delta t$ , равный ...с.

Дано:

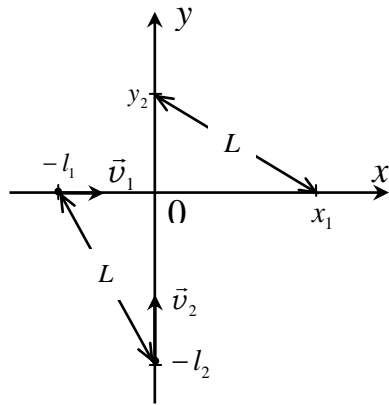
$$v_1 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$l_1 = 400 \text{ м}$$

$$l_2 = 950 \text{ м}$$

$$\Delta t = ?$$



**Решение:**

Выберем систему координат, ось  $Ox$  совместим с дорогой, по которой движется первый автомобиль, а ось  $Oy$  – с другой, по которой движется второй автомобиль. Начало координат поместим на перекрестке.

Выполним рисунок, на котором отметим начальные положения и скорости автомобилей. Из рисунка: для начального расстояния  $L$  между автомобилями выполняется соотношение

$$L^2 = l_1^2 + l_2^2. \quad (3.1)$$

Уравнение движения первого автомобиля:

$$x_1 = -l_1 + v_1 \Delta t, \quad y_1 = 0; \quad (3.2)$$

уравнение движения второго автомобиля:

$$x_2 = 0, \quad y_2 = -l_2 + v_2 \Delta t. \quad (3.3)$$

Через промежуток времени  $\Delta t$  расстояние между автомобилями станет таким, что:

$$L^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 \Rightarrow$$

$$L^2 = (-l_1 + v_1 \Delta t)^2 + (-l_2 + v_2 \Delta t)^2$$

$$L^2 = l_1^2 - 2l_1 v_1 \Delta t + v_1^2 \Delta t^2 + l_2^2 - 2l_2 v_2 \Delta t + v_2^2 \Delta t^2.$$

Приравняем правые части выражений (3.1) и (3.4):

$$l_1^2 + l_2^2 = l_1^2 - 2l_1 v_1 \Delta t + v_1^2 \Delta t^2 + l_2^2 - 2l_2 v_2 \Delta t + v_2^2 \Delta t^2 \Rightarrow$$

$$-2l_1 v_1 \Delta t + v_1^2 \Delta t^2 - 2l_2 v_2 \Delta t + v_2^2 \Delta t^2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{2(l_1 v_1 + l_2 v_2)}{v_1^2 + v_2^2}. \text{ Вычисления:}$$

$$\Delta t = \frac{2 \cdot 400 \cdot 15 + 950 \cdot 20}{15^2 + 20^2} = 80(\text{с}). \text{ Ответ: } \Delta t = 80 \text{ с.}$$

4. Смешали  $m_1 = 50 \text{ г}$  неона ( $M_1 = 20 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ ) с азотом

( $M_2 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ ). Если средняя молярная масса смеси

$\langle M \rangle = 26 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ , то масса  $m_2$  азота равна ...г.

Дано:

$$m_1 = 50 \text{ г}$$

$$M_1 = 20 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M_2 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$\langle M \rangle = 26 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$m_2 = ?$$

**Решение:**

Количество вещества – это количество молекул в единицах числа Авогадро. Количество молекул неона  $\nu_1 = \frac{m_1}{M_1}$ ,

количество молекул азота  $\nu_2 = \frac{m_2}{M_2}$ . Количество молекул

смеси  $\nu = \frac{m}{\langle M \rangle}$ . Поскольку суммарное количество

молекул смеси  $\nu = \nu_1 + \nu_2$ , а ее масса  $m = m_1 + m_2$ , то:

$$\frac{m_1 + m_2}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} = \frac{m_1 + m_2}{\langle M \rangle} \Rightarrow \frac{m_2}{M_2} - \frac{m_2}{\langle M \rangle} = \frac{m_1}{M_1} - \frac{m_1}{\langle M \rangle}$$

$$m_2 \frac{\langle M \rangle - M_2}{M_2 \langle M \rangle} = m_1 \frac{M_1 - \langle M \rangle}{M_1 \langle M \rangle}$$

$$\Rightarrow m_2 = m_1 \cdot \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{M_1 - \langle M \rangle}{\langle M \rangle - M_2}$$

$$m_2 = 50 \cdot \frac{28}{20} \cdot \frac{20 - 26}{26 - 28} = 210(\text{г}). \text{ Ответ: } m_2 = 210 \text{ г.}$$

6. Среднее значение проекции скорости продуктов сгорания на ось сопла ракеты, взлетающей вертикально вверх,  $\langle v_x \rangle = 2300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Если в момент времени, когда

масса ракеты  $M = 8,5 \text{ т}$ , модуль ее ускорения  $a = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ,

то масса  $m'$  топлива, расходуемого двигателем ракеты каждую секунду, равна ...  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ .

**Решение:**

На ракету действуют сила тяжести  $M\vec{g}$  и реактивная сила  $\vec{F}_p$ . По второму закону

Ньютона  $M\vec{g} + \vec{F}_p = M\vec{a}$ . В проекциях на ось  $Ox$ :

$$Mg - F_p = -Ma. \quad (6.1)$$

Импульс реактивной силы  $\vec{F}_p \Delta t$  за

Дано:

$$\langle v_x \rangle = 2300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$M = 8,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$a = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m' = ?$$

промежуток времени  $\Delta t$  равен изменению импульса  $\Delta \vec{p}_p$

ракеты. Для модулей этих импульсов:

$$F_p \Delta t = \Delta p_p. \text{ По}$$

закону сохранения импульса

модуль изменения импульса ракеты  $\Delta p_p$  равен модулю изменения импульса продуктов сгорания  $\Delta p_{\text{пр.сг.}}$ ,

выбрасываемых из сопла ракеты:

$$\Delta p_p = \Delta p_{\text{пр.сг.}} = \Delta m \langle v_x \rangle, \text{ где } \Delta m - \text{масса продуктов}$$

сгорания, выброшенных из сопла за промежуток времени  $\Delta t$ . Очевидно, что она равна массе сгоревшего за это время топлива. В итоге:

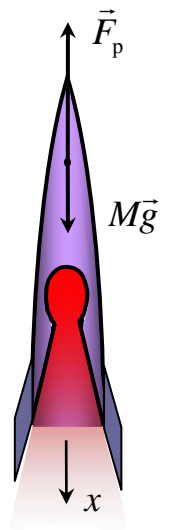
$$F_p \Delta t = \Delta m \langle v_x \rangle \Rightarrow F_p = \frac{\Delta m}{\Delta t} \langle v_x \rangle. \text{ Так как}$$

$\frac{\Delta m}{\Delta t} = m'$ , то  $F_p = m' \langle v_x \rangle$ . Подставив это выражение в

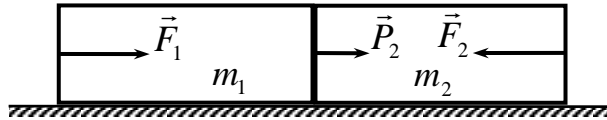
$$(6.1), \text{ получим: } Mg - m' \langle v_x \rangle = -Ma \Rightarrow m' = M \frac{a + g}{\langle v_x \rangle};$$

$$m' = 8,5 \cdot 10^3 \cdot \frac{13 + 10}{2300} = 85 \left( \frac{\text{кг}}{\text{с}} \right).$$

$$\text{Ответ: } m' = 85 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$



7. Два тела расположены вплотную друг к другу на гладкой горизонтальной поверхности. На первое тело действует внешняя горизонтальная сила, модуль которой  $F_1 = 45 \text{ Н}$ , на второе – внешняя горизонтальная сила, модуль которой  $F_2 = 42 \text{ Н}$  (см. рисунок). Если масса первого тела  $m_1 = 8,0 \text{ кг}$ , а модуль силы давления первого тела на второе  $P_2 = 44 \text{ Н}$ , то масса  $m_2$  второго тела равна ...кг.



Дано:

$$F_1 = 45 \text{ Н}$$

$$F_2 = 42 \text{ Н}$$

$$m_1 = 8,0 \text{ кг}$$

$$P_2 = 44 \text{ Н}$$

$$m_2 = ?$$

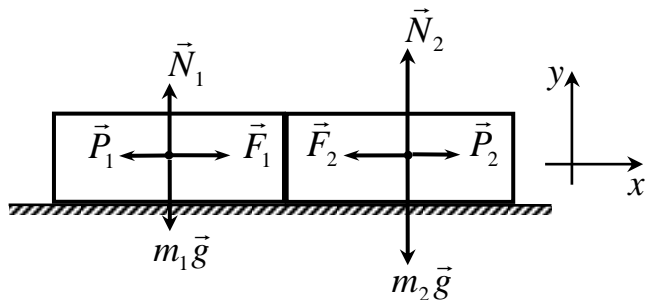
Решение:

Выполним рисунок, на котором изобразим все силы, действующие на каждое тело. По второму закону Ньютона для первого тела:

$$\vec{F}_1 + m_1 \vec{g} + \vec{P}_1 + \vec{N}_1 = m_1 \vec{a}_1,$$

для второго тела:

$$\vec{F}_2 + m_2 \vec{g} + \vec{P}_2 + \vec{N}_2 = m_2 \vec{a}_2.$$



Спроецируем выражения (7.1) и (7.2) на ось  $Ox$ , при этом учтем, что тела движутся вместе, следовательно  $a_1 = a_2 = a$ , а также по третьему закону Ньютона  $P_1 = P_2$ :

$$P_1 = P_2;$$

$$F_1 - P_2 = m_1 a,$$

$$-F_2 + P_2 = m_2 a.$$

Исключая  $a$  из (7.3) и (7.4), получим:

$$m_2 = m_1 \frac{P_2 - F_2}{F_1 - P_2}; \quad m_2 = 8 \cdot \frac{44 - 42}{45 - 44} = 16 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Ответ: } m_2 = 16 \text{ кг}.$$

8. В цилиндре под поршнем, площадь основания которого  $S = 60 \text{ см}^2$ , находится газ при температуре  $T_1 = 310 \text{ К}$  под давлением  $p_1 = 93 \text{ кПа}$ . Когда на поршень поставили гирю, он опустился. Если для возвращения поршня в первоначальное положение температуру газа увеличили на  $\Delta T = 100 \text{ К}$ , то масса

Дано:

$$S = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$T_1 = 310 \text{ К}$$

$$p_1 = 9,3 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\Delta T = 100 \text{ К}$$

$$m = ?$$

$m$  гири равна ...кг.

Решение:

Обозначим массу поршня  $M$ , первоначальное давление газа в цилиндре  $p_1$ , атмосферное давление

$p_0$ . На рисунке изображены силы, действующие на поршень.  $\vec{F}_1$  – это сила давления газа, ее модуль  $F_1 = p_1 S$ ,  $\vec{F}_0$  – сила атмосферного давления, ее модуль  $F_0 = p_0 S$ ,  $M\vec{g}$  – сила тяжести. Так как поршень покоится, то:  $p_1 S = Mg + p_0 S$ . (8.1)

Во втором состоянии добавляется сила веса  $\vec{P}$  гири, поставленной на поршень, ее модуль  $P = mg$ . При этом изменяется сила давления  $\vec{F}_2$  газа, модуль которой  $F_2 = p_2 S$ . В результате:

$$p_2 S = Mg + p_0 S + mg. \quad (8.2)$$

Вычитая выражение (8.1) из выражения (8.2), получим:

$$p_2 - p_1 \cdot S = mg. \quad (8.3)$$

Соотношения между  $p_1$  и  $p_2$  получим из уравнений Клапейрона-Менделеева, примененных к первому (7.1) второму состояниям газа, учитывая, что его объем  $V$  в обоих состояниях одинаков:

$$p_1 V = \nu R T_1, \quad (8.4)$$

$$p_2 V = \nu R T_2. \quad (8.5)$$

Разделив (8.5) на (8.4), получим:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 - p_1 = p_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right) = p_1 \frac{\Delta T}{T_1}$$

Подставив полученное выражение в (8.3), получим:

$$p_1 \frac{\Delta T}{T_1} S = mg \Rightarrow m = \frac{p_1 S}{g} \cdot \frac{\Delta T}{T_1}.$$

$$\text{Вычисления: } m = \frac{9,3 \cdot 10^4 \cdot 6,0 \cdot 10^{-3}}{10} \cdot \frac{100}{310} = 18 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Ответ: } m = 18 \text{ кг}.$$

5. При изохорном нагревании идеального газа его температура изменилась от  $T_1 = 300 \text{ К}$  до  $T_2 = 360 \text{ К}$ . Если начальное (7.4) давление газа  $p_1 = 150 \text{ кПа}$ , то его конечное давление  $p_2$  равно ...кПа.

Дано:

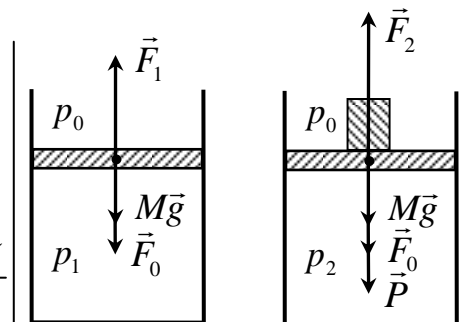
$$V = \text{const}$$

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$T_2 = 360 \text{ К}$$

$$p_1 = 150 \text{ кПа}$$

$$p_2 = ?$$



Решение: Уравнение изохорного

$$\text{процесса: } \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1};$$

$$p_2 = 150 \cdot \frac{360}{300} = 180 \text{ (кПа)}.$$

$$\text{Ответ: } p_2 = 180 \text{ кПа}.$$

9. Два спутника вращаются вокруг Земли по круговым орбитам, лежащим в плоскости экватора. Радиусы орбит спутников различаются в 4 раза. Над некоторой точкой земной поверхности оба спутника всегда пролетают одновременно через одинаковые промежутки времени  $\Delta t$ . Если период вращения Земли вокруг своей оси  $T=24$  часа, то промежутки времени  $\Delta t$  равны ...мин.

Дано:

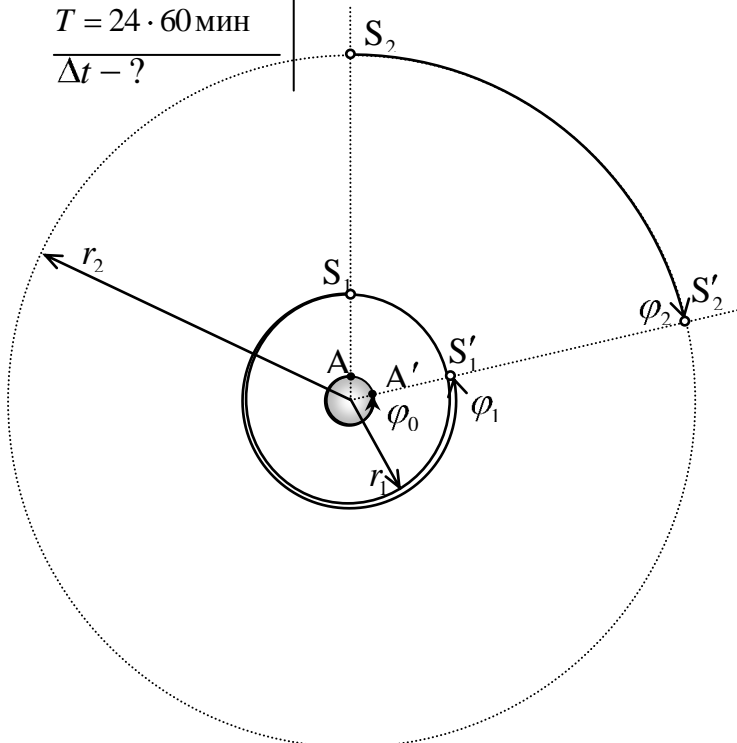
$$r_2 = 4r_1$$

$$T = 24 \cdot 60 \text{ мин}$$

$$\Delta t = ?$$

Решение:

Спутник движется под



действием силы гравитационного притяжения к Земле, которая для него является центростремительной силой:

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \Rightarrow$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}. \quad (9.1)$$

В приведенных соотношениях  $G$  – гравитационная постоянная,  $M$  – масса Земли,  $m$  – масса спутника,  $r$  – радиус орбиты спутника, а  $T$  – период его обращения вокруг Земли.

Из выражения (9.1) следует, что для двух спутников между периодами их обращения вокруг Земли и радиусами орбит выполняется соотношение:

$$\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{r_1^3} \Rightarrow T_2 = T_1 \sqrt{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3} \Rightarrow T_2 = T_1 \sqrt{4^3} \Rightarrow$$

$$T_2 = 8T_1. \quad (9.2)$$

Одновременное появление спутников над одной точкой поверхности Земли при различных периодах вращения невозможно, если они вращаются в одном направлении. Поэтому рассмотрим случай, когда спутники вращаются в противоположных направлениях, и учтем при этом вращение Земли вокруг своей оси. За

промежуток времени  $\Delta t$  точка  $A$  на экваторе переместится в положение  $A'$ , повернувшись при этом на угол  $\varphi_0 = \omega_0 \Delta t = \frac{2\pi}{T} \Delta t$  (см. рисунок). Спутник

$S_1$ , который вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$

в том же направлении, что и Земля, повернется за промежуток времени  $\Delta t$  на угол  $\varphi_1 = \frac{2\pi}{T_1} \Delta t$ . Из

рисунка видно, что при этом он опередит точку  $A$  на полный оборот, т.е.  $\varphi_1 - \varphi_0 = 2\pi \Rightarrow$

$$\frac{2\pi}{T_1} \Delta t - \frac{2\pi}{T} \Delta t = 2\pi \Rightarrow 1 = \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T}\right) \Delta t \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{T_1 T}{T - T_1}. \quad (9.3)$$

Спутник  $S_2$ , который вращается в обратном направлении, за это время повернется на угол

$\varphi_2 = \frac{2\pi}{T_2} \Delta t$ . Из рисунка видно, что

$$\varphi_2 = 2\pi - \varphi_0 \Rightarrow$$

$$\frac{2\pi}{T_2} \Delta t = 2\pi - \frac{2\pi}{T} \Delta t \Rightarrow \left(\frac{1}{T_2} + \frac{1}{T}\right) \Delta t = 1 \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{T_2 T}{T + T_2}. \quad (9.4)$$

Приравняв правые части выражений (9.3) и (9.4), получим:

$$\frac{T_1 T}{T - T_1} = \frac{T_2 T}{T + T_2} \Rightarrow T_1 T + T_2 T = T_2 T - T_1 T$$

. Учитывая (9.2):

$$T_1 T + 8T_1 T = 8T_1 T - T_1 T \Rightarrow T_1 = \frac{7}{16} T.$$

Подставим (9.5) в (9.3). Получим:

$$\Delta t = \frac{\frac{7}{16} T \cdot T}{T - \frac{7}{16} T} = \frac{7}{9} T. \text{ Вычисления:}$$

$$\Delta t = \frac{7 \cdot 24 \cdot 60}{9} = 1120 \text{ (мин).}$$

Ответ:  $\Delta t = 1120$  мин.



10. В баллоне с открытым краном находится воздух, температура, давление и влажность которого такие же, как снаружи. Вместимость баллона  $V_0 = 33,2$  л, температура воздуха  $t = 15^\circ\text{C}$ , влажность  $\varphi = 80\%$ . К крану присоединяют накачивающий поршневой насос, вместимость камеры которого  $V_1 = 0,498$  л, и делают  $n = 50$  качаний, после чего кран закрывают. Через некоторое время в баллоне устанавливается первоначальная температура. Если при  $t = 15^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара  $p_n = 1,70$  кПа, а молярная масса воды  $M = 18,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ , то в баллоне сконденсировалась вода, масса  $m$  которой равна ...мг. (Примите  $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ )

Дано:

$$V_0 = 33,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T = 288 \text{ К}$$

$$\varphi = 0,80$$

$$V_1 = 0,498 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$n = 50$$

$$p_n = 1,70 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$M = 18,0 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$m - ?$$

**Решение:**

Первоначальный объем газа, закачанного в баллон, равен объему баллона плюс объем всех  $n$  камер насоса, т.е.  $V_0 + nV_1$ . После того, как весь этот газ оказался в баллоне, его объем стал равен  $V_0$ . Парциальное давление водяного пара в начальном состоянии находим из определения относительной влажности:

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \Rightarrow p = \varphi p_n.$$

Далее предполагаем, что парциальное давление водяного пара в конечном состоянии равно давлению насыщенного пара  $p_n$  при заданной температуре. Основанием для такого предположения является условие задачи, согласно которому в баллоне появилась сконденсированная влага. Если в ходе дальнейшего решения, в рамках сделанного предположения, получим отрицательное количество сконденсированной воды, будем искать другое решение. Начальные и конечные значения объемов и парциальных давлений водяного пара связываем с температурой с помощью уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$p V_0 + nV_1 = \frac{m_1}{M} RT, \quad (10.2)$$

$$p_n V_0 = \frac{m_2}{M} RT, \quad (10.3)$$

где  $m_1$  – масса водяного пара в начальном состоянии,  $m_2$  – масса водяного пара в конечном состоянии. Очевидно, что масса сконденсированной воды:

$$m = m_1 - m_2. \quad (10.4)$$

Вычтем соотношение (10.3) из соотношения (10.2). Получим:

$$p V_0 + nV_1 - p_n V_0 = \frac{m_1 - m_2}{M} RT. \quad \text{Учитывая}$$

(10.1) и (10.4), получаем окончательно:

$$m = \frac{\varphi V_0 + nV_1 - V_0 p_n M}{RT}. \quad \text{Вычисления:}$$

$$m = \frac{0,80 \cdot 33,2 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 0,498 \cdot 10^{-3} - 33,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,70 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 288}$$

$$\times 1,7 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ (кг)} = 170 \text{ (мг)}$$

$$= 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ (кг)} = 170 \text{ (мг)}$$

Ответ:  $m = 170$  мг.

### Интернет-олимпиада РБ 2009, физика, II тур 10 класс, решения задач

1. Поезд прошел расстояние  $s = 20$  км между двумя станциями со средней скоростью  $\langle v \rangle = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . При этом

на разгон в начале движения и торможение перед остановкой он потратил в общей сложности  $\Delta t_1 = 6$  мин, а остальное время двигался с постоянной скоростью  $v$ , равной ...  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

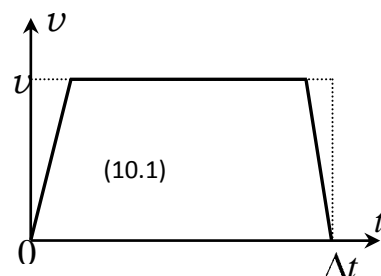
Дано:

$$s = 20 \text{ км}$$

$$\langle v \rangle = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$\Delta t_1 = 0,1 \text{ ч}$$

$$v - ?$$



**Решение:**

Все время движения поезда

$$\Delta t = \frac{s}{\langle v \rangle}. \quad (1.1)$$

В начале движения скорость возрастала от 0 до  $v$ , а затем убывала от  $v$  до 0. На рисунке представлен график этой зависимости, время движения с постоянной скоростью равно  $\Delta t_2 = \Delta t - \Delta t_1$ . Путь, пройденный поездом, равен площади фигуры, ограниченной графиком зависимости скорости от времени движения. Этой фигурой является трапеция, площадь которой:

$$s = \frac{1}{2} (\Delta t + \Delta t_2) v \Rightarrow s = \left( \Delta t - \frac{1}{2} \Delta t_1 \right) v.$$

С учетом (1.1) получим:

$$s = \left( \frac{s}{\langle v \rangle} - \frac{1}{2} \Delta t_1 \right) v \Rightarrow s = \frac{2s - \langle v \rangle \Delta t_1}{2 \langle v \rangle} v \Rightarrow$$

$$v = \frac{2 \langle v \rangle s}{2s - \langle v \rangle \Delta t_1};$$

$$v = \frac{2 \cdot 50 \cdot 20}{2 \cdot 20 - 50 \cdot 0,1} = 57 \left( \frac{\text{км}}{\text{ч}} \right) = 16 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Ответ:  $v = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

2. Снаряд, выпущенный из ствола орудия под углом  $\alpha = 15^\circ$  к горизонту, в верхней точке траектории разорвался на два одинаковых осколка, разлетевшихся под углом  $\theta = 90^\circ$  друг к другу. Если осколки упали на горизонтальную поверхность земли одновременно, и расстояние между точками их падения  $l = 5780 \text{ м}$ , то

модуль начальной скорости  $v_0$  снаряда равен ...  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Дано:

$$\alpha = 15^\circ$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$l = 5780 \text{ м}$$

$$v_0 = ?$$

Решение:

Скорость тела, брошенного под углом к горизонту, определяется выражением  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ , где  $\vec{g}$  – ускорение свободного падения. Выберем систему координат, ось  $Ox$  которой направим горизонтально, ось  $Oy$  –

вертикально вверх, а начало координат поместим в точку бросания (рис.1). Учитывая, что вектор  $\vec{g}$  направлен вертикально вниз, проекции скорости тела на оси координат:

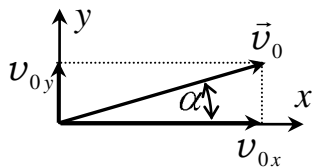


Рисунок 1

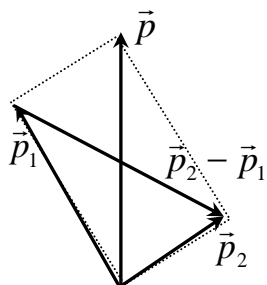


Рисунок 2

$v_x = v_0 \cos \alpha$ ,  $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$ . В верхней точке траектории  $v_y = 0$ , скорость снаряда направлена горизонтально, ее модуль  $v = v_x = v_0 \cos \alpha$ .

Обозначим импульс снаряда до взрыва  $\vec{p}$ , импульсы осколков сразу после взрыва  $\vec{p}_1$  и  $\vec{p}_2$ . По закону сохранения импульса:  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ . Поскольку осколки разлетелись под углом  $\theta = 90^\circ$  друг к другу,

векторы  $\vec{p}_1$  и  $\vec{p}_2$  являются сторонами прямоугольника (рис. 2), диагонали которого одинаковы. Следовательно, модуль разности  $\vec{p}_2 - \vec{p}_1$  равен модулю  $\vec{p}$ , т.е.  $|\vec{p}_2 - \vec{p}_1| = |\vec{p}|$ . Если масса снаряда  $m$ , то  $\vec{p} = m\vec{v}$

$$\vec{p}_1 = \frac{m}{2} \vec{v}_1, \vec{p}_2 = \frac{m}{2} \vec{v}_2 \Rightarrow$$

$$\left| \frac{m}{2} \vec{v}_2 - \frac{m}{2} \vec{v}_1 \right| = |m\vec{v}| \Rightarrow |\vec{v}_2 - \vec{v}_1| = 2|\vec{v}|.$$

Разность  $\vec{v}_2 - \vec{v}_1 = \vec{v}_{\text{отн}}$  – это относительная скорость движения осколков. Ее модуль:

$$v_{\text{отн}} = 2v \Rightarrow v_{\text{отн}} = 2v_0 \cos \alpha.$$

По условию, осколки упали на поверхность земли одновременно. Это значит, что стартовали (в момент взрыва) они под одинаковыми углами к горизонту. Закон сохранения импульса требует, чтобы векторы  $\vec{p}$ ,  $\vec{p}_1$  и  $\vec{p}_2$  лежали в одной плоскости. Следовательно, поскольку импульс  $\vec{p}$  направлен горизонтально, то  $\vec{p}_1$  и  $\vec{p}_2$  также направлены горизонтально. В результате осколки в процессе падения все время находятся на одинаковой высоте, т.е. вертикальные составляющие скоростей осколков одинаковы, поэтому не влияют на относительную скорость движения осколков, которая постоянна и равна начальному значению  $v_{\text{отн}} = 2v_0 \cos \alpha$ . При этом время падения  $\Delta t$  осколков равно времени подъема снаряда на максимальную высоту. Это время находим из условия равенства нулю вертикальной составляющей скорости снаряда:

$$v_y = 0 \Rightarrow v_0 \sin \alpha - g \Delta t = 0 \Rightarrow \Delta t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

Расстояние между точками падения осколков:

$$l = v_{\text{отн}} \Delta t \Rightarrow$$

$$l = 2v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow l = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{gl}{\sin 2\alpha}}$$

Вычисления:  $v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5780} = 340 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ .

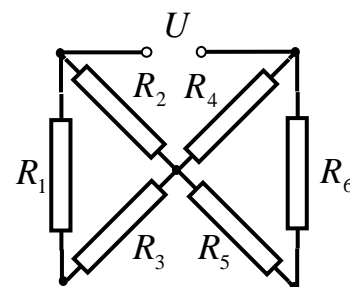
Ответ:

$$v_0 = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

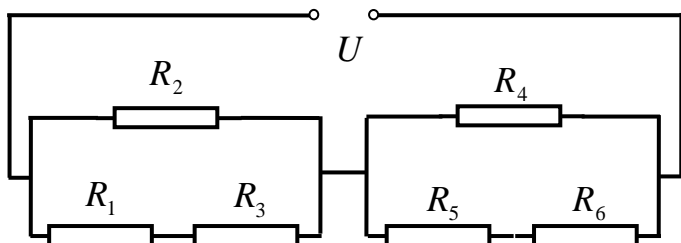
3. В электрической цепи, схема которой приведена на рисунке,

$$R_1 = 24 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 40 \text{ Ом}, R_3 = 16 \text{ Ом}, R_4 = 24 \text{ Ом},$$



$R_5 = 8,0 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 16 \text{ Ом}$ ,  $U = 16 \text{ В}$ . Определите силу тока в каждом резисторе.



Дано:

$R_1 = 24 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 40 \text{ Ом}$   
 $R_3 = 16 \text{ Ом}$   
 $R_4 = 24 \text{ Ом}$   
 $R_5 = 8,0 \text{ Ом}$   
 $R_6 = 16 \text{ Ом}$   
 $U = 16 \text{ В}$

$I - ?$

Решение:

На рисунке приведена эквивалентная схема. Выполним расчеты, пользуясь этой схемой:

$R_{13} = R_1 + R_3 = 24 + 16 = 40 \text{ (Ом)}$

Так как  $R_2 = R_{13} = 40 \text{ (Ом)}$ , то

$R_{123} = \frac{40}{2} = 20 \text{ (Ом)}$ . Аналогично:

$R_{56} = R_5 + R_6 = 8 + 16 = 24 \text{ (Ом)}$ ,

$R_{456} = \frac{24}{2} = 12 \text{ (Ом)}$ .

Полное сопротивление цепи:

$R = R_{123} + R_{456} = 20 + 12 = 32 \text{ (Ом)}$ .

Сила тока в цепи:  $I = \frac{U}{R} = \frac{16}{32} = 0,5 \text{ (А)}$ . Поскольку

$R_2 = R_{13}$  и  $R_4 = R_{56}$ , то токи во всех резисторах

одинаковые и равны  $\frac{1}{2} I$ .

Ответы:

$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = 0,25 \text{ А}$ .

4. Два сообщающиеся цилиндрические сосуда одинакового сечения  $S = 30,0 \text{ см}^2$  частично

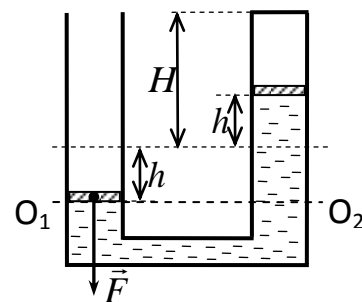
заполнены ртутью ( $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ), поверх которой

расположены одинаковые легкоподвижные поршни, находящиеся в начальном состоянии на одном горизонтальном уровне. Левый сосуд открыт, над поршнем герметично закрытого правого сосуда находится одноатомный идеальный газ, высотой  $H = 50,0 \text{ см}$ . Когда на левый поршень действовали

вертикальной силой, модуль которой  $F = 856 \text{ Н}$ , он опустился на  $h = 25,0 \text{ см}$  (см. рисунок). Если атмосферное давление  $p_0 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , то

изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа в правом сосуде равно ...Дж.

Решение:



Дано:

$S = 30,0 \text{ см}^2$

$\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$H = 50,0 \text{ см}$

$F = 856 \text{ Н}$

$h = 25,0 \text{ см}$

$p_0 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$\Delta U - ?$

В начальном состоянии,

поскольку поршни одинаковые и находятся на одном уровне, давление газа в закрытом сосуде равно атмосферному:

$p_1 = p_0 \text{ (4.1)}$

Начальное давление газа в закрытом сосуде:

$V_1 = SH \text{ (4.2)}$

Рассмотрим давление в ртуте после того, как на левый поршень действовали силой. На уровне штриховой линии O1O2 оно одинаково в обоих сосудах. При этом в левом сосуде оно складывается из

атмосферного давления  $p_0$ , давления, обусловленного

весом поршня  $\frac{mg}{S}$ , где  $m$  – масса поршня, и

давлением, оказываемым внешней силой  $\frac{F}{S}$ :

$p = p_0 + \frac{mg}{S} + \frac{F}{S} \text{ (4.3)}$

Давление на уровне O1O2 в правом сосуде

складывается из давления  $p_2$  газа в закрытом сосуде, давления, обусловленного весом поршня, и

гидростатического давления столба ртути высотой  $2h$ :

$p = p_2 + \frac{mg}{S} + \rho g \cdot 2h \text{ (4.4)}$

Приравняем правые части выражений (4.3) и (4.4):

$p_0 + \frac{mg}{S} + \frac{F}{S} = p_2 + \frac{mg}{S} + \rho g \cdot 2h \Rightarrow$

$p_2 = p_0 + \frac{F}{S} - 2\rho gh \text{ (4.5)}$

Объем газа во втором состоянии равен:

$$V_2 = S(H - h)$$

Поскольку газ одноатомный идеальный, то изменение его внутренней энергии равно:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 1,5 \nu R T_2 - \nu R T_1$$

Используя уравнение состояния идеального газа  $pV = \nu RT$ , получим:

$$\Delta U = 1,5 (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

Подставим выражения (4.1), (4.2), (4.5) и (4.6) в (4.7). Получим:

$$\Delta U = 1,5 \left( \left( p_0 + \frac{F}{S} - 2\rho gh \right) S(H - h) - p_0 SH \right) \Rightarrow$$

$$\Delta U = 1,5 (F(H - h) - p_0 Sh - 2\rho gSh(H - h))$$

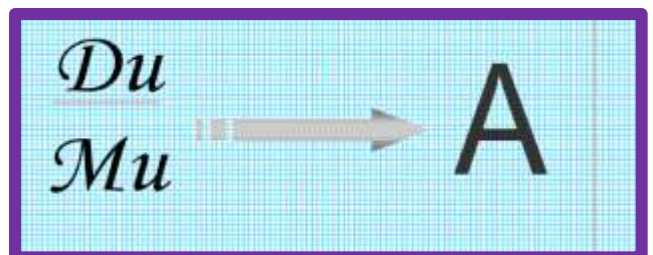
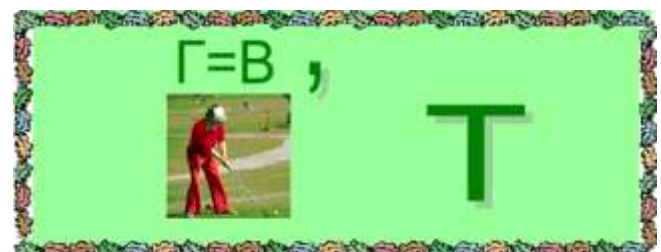
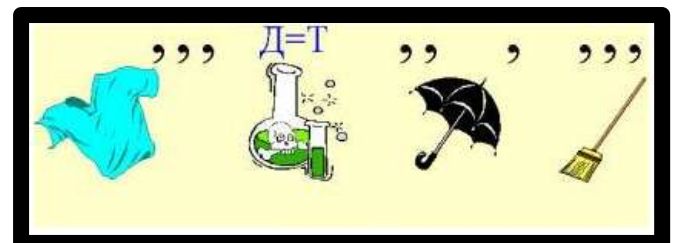
$$\Delta U = 1,5 \cdot 856 \cdot 0,25 - 1 \cdot 10^5 \cdot 30 \cdot 10^{-4} \cdot 0,25 -$$

$$- 1,5 \cdot (2 \cdot 13,6 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 30 \cdot 10^{-4} \cdot 0,25 \cdot 0,25) =$$

$$= 132 \text{ (Дж)}$$

Ответ:  $\Delta U = 132 \text{ Дж}$

### Ребусы и физика



**Ответы:**  
 тело, энергия,  
 Луна, маятник,  
 резистор, вольт,  
 скорость,  
 динамика, паскаль,  
 ньютон.