

В. Ф. ШАТАЛОВ,  
В. М. ШЕЙМАН

ОПОРНЫЕ  
СИГНАЛЫ  
ПО ФИЗИКЕ  
ДЛЯ 6 КЛАССА



В. Ф. ШАТАЛОВ,  
В. М. ШЕЙМАН

# ОПОРНЫЕ СИГНАЛЫ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ 6 КЛАССА

КИЕВ «РАДЯНСЬКА ШКОЛА» 1978

*Одобрено Управлением школ  
Министерства просвещения УССР*

В пособии освещены некоторые методические приемы работы по системе, разработанной учителем г. Донецка В. Ф. Шаталовым.

В соответствии с программой по физике для VI класса дается комплект листов с опорными сигналами, часть из которых дешифрована. Кратко излагаются рекомендации для работы с этими материалами и листами взаимоконтроля.

Пособие предназначено для учителей физики общеобразовательной школы.

Рукопись рецензировали:  
канд. пед. наук А. С. Иванов  
и учитель физики Ю. Ю. Щурук.

60501—368  
Ш М210(04)—78 248—79

© Издательство «Радянська школа» 1978

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с переходом ко всеобщему среднему образованию, а также увеличением объема научной информации, которую получают ученики по всем предметам школьного курса, задача школы — найти новые методические приемы, надежно обеспечивающие каждого учащегося глубокими и прочными знаниями, раскрывающие перед всеми детьми пути реализации их индивидуальных внутренних ресурсов и последующий выход на творческие начала в деятельности каждого выпускника школы.

Настоящая брошюра охватывает полный курс физики VI класса. Но мы рекомендуем изучить в VI классе еще и первую главу учебника по физике для VII класса<sup>1</sup>.

Необходимость такого построения курса диктуется многими соображениями. Во-первых, это первая практическая предпосылка к выполнению Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем совершенствовании обучения, воспитания учащихся общеобразовательных школ и подготовки их к труду», в котором указывается на необходимость перехода, начиная с 1980 года, на 32-х часовую рабочую неделю. Реализовать это требование можно только изысканием резервов времени в рамках современных школьных программ, а это и является конечной целью работы в новых методических условиях.

Во-вторых, как показала практика последних лет, в курсе физики средней школы наиболее перегруженной оказалась программа VII класса. В самом деле, на решение задач выделяется всего только два урока. Перегруппировка учебного материала при изучении физики в VI и VII классах позволяет значительно усилить практическую сторону программы VII класса.

И в-третьих, реализация уплотненного изучения курса физики в VI и VII классах позволит решить целый ряд проблем, связанных с недостатком учебного времени во всех последующих классах.

<sup>1</sup> Листы с опорными сигналами по программе VI класса соответствуют изданию А. В. Перышкин, Н. А. Родина. Физика. Учебник для 6 и 7 классов / под ред. академика И. К. Кикоина. М., Просвещение, 1978, а листы по программе VII класса — изданию А. В. Перышкин, Н. А. Родина. Физика. Учебник для 7 класса / под ред. академика И. К. Кикоина. М., Просвещение, 1978.

К началу учебного года нужно подготовить следующие раздаточные и демонстрационные материалы.

1. Ведомость открытого учета знаний, в которой, кроме порядкового номера учащегося, его фамилии и имени, имеется еще 62 графы, из которых 41 — для оценок за письменные работы (в начале каждого урока все ученики в течение 12—13 мин. воспроизводят соответствующий лист с опорными сигналами прошлого урока и получают за эту работу оценки). Еще 5 граф отведено для оценок за ответы по листам взаимоконтроля и 12 — за устные ответы у доски. В последующих 4 графах выставляются оценки за самостоятельные работы.

Ведомость открытого учета знаний

№	Фамилия и имя	Оценка за пись- менные работы на уроках						Оценки за ответы по листам взаим- контроля					Оценки за устные ответы	Оценки за са- мостоятельные работы
		1	2	3	...	40	41	I	II	III	IV	V		
1. и т.д.	Алов Игорь	4	5	5	...	5	5	4	4	5	5	5	4 5 4 5	4 4 5 5

2. 39 опорных плакатов (увеличенные в 8—10 раз листы с опорными сигналами) — 26 по VI классу и 13 по VII. Их обычно поручают сделать учащимся старших классов или родителям. Расположение рисунков и формул на плакатах такое же, как и на листах с опорными сигналами. Вместо плакатов можно изготовить слайды для работы с проекционными аппаратами.

3. Комплекты листов с опорными сигналами по количеству учащихся в классах.

Учитывая особенности работы в новых методических условиях, учебный год в VI классе должен начинаться с обстоятельного знакомства всех родителей учащихся с условиями, возможностями и требованиями новой методики. Именно поэтому первый раздел настоящей брошюры — Родительское собрание.

Далее излагаются структура первого урока — определяющего звена всей последующей работы — и суть принципа двухкратного изложения нового материала. На первом же уроке ребята знакомятся с новой для них формой учебной работы — работой с опорными сигналами. Это и составляет содержание третьей главы.

После этого освещается методика проведения второго урока и общее содержание работы на протяжении всего учебного года. В остальных главах дается дешифровка опорных сигналов, методика работы по листам взаимоконтроля и проведения уроков-практикумов.

## I. РОДИТЕЛЬСКОЕ СОБРАНИЕ

1. На первом родительском собрании в VI классах должны присутствовать все родители, в противном случае родительское собрание не начинается, а за отсутствующими отправляют посылных. Это требование сохраняется для всех последующих родительских собраний, хотя в мерах принуждения необходимости, как правило, нет. На обсуждение родителей выносятся тщательно продуманные формы совместной работы семьи и школы, деловые, безусловно выполнимые педагогические рекомендации и советы. Работа в такой обстановке не угнетает и не отчуждает родителей. Наоборот, она способствует их сплочению, повышению уровня их педагогической культуры, глубокому проникновению в суть чрезвычайно ответственных и сложных воспитательных задач.

2. Одному из родителей поручают закупить тетради для всех учащихся — из расчета по 2 тетради на каждого ученика. Эти тетради нужны для письменных ответов во время уроков. Их хватит на весь учебный год. Хранятся они в школе.

3. Полные комплекты листов с опорными сигналами вручаются родителям на первом собрании. Раскрасить рисунки и схемы по заранее подготовленным образцам могут и родители и учащиеся.

4. Учитывая особенности работы на новой методической основе, первое собрание проводится только с родителями учащихся экспериментального класса. На все последующие — приглашаются родители учащихся старших классов, дети которых будут проверять упражнения своих младших товарищей. О самой методике этой работы будет рассказано дальше.

5. Предметом особого внимания на родительском собрании должен стать вопрос о возможности оказания активной помощи учащимся со стороны членов семьи при подготовке к письменной работе на очередном уроке. Родителям вовсе не обязательно изучать тот или иной раздел физики. Достаточно предложить сыну или дочери воспроизвести на чистом листе бумаги все опорные сигналы предыдущего урока, побыть рядом с учеником в течение пяти-шести минут, пока он выполняет эту работу, а затем сопоставлять печатные образцы с работой ученика. Таким образом, черновая подготовка к уроку становится прямой обязанностью не только ученика, но и всей семьи.

Еще лучше давать ребятам возможность рассказывать о наиболее интересных деталях учебного материала. Это будет способствовать развитию их речи, дикции и разговорной ориентации.

6. Помощь и консультационные разъяснения учащимся в процессе решения ими задач и различного рода упражнений со стороны родителей не рекомендуется. Самостоятельность полезна.



7. В новой методике выставление оценки — не одновременный и окончательный акт, а последовательный процесс, управлять которым могут и сами учащиеся, и их родители. Ученик может исправить любую оценку (кроме оценки за устный ответ у доски). Для этого ему достаточно обратиться к учителю с просьбой выполнить еще раз ту или иную работу. Устный ответ при этом обязателен.

8. При такой системе опроса каждый ученик получает оценку на каждом уроке. Эти оценки учитель заносит в «Ведомость открытого учета знаний», откуда учащиеся переносят их в свои личные «Экраны успеваемости», которые являются точными копиями «Ведомости».

9. Оценки за I—IV четверти выставляются по совокупности на основании всех оценок, полученных учеником за одну, за две, за три и за четыре четверти. Оценка за четвертую четверть является одновременно и оценкой за весь учебный год.

Внимательно просматривая оценки в «Экранах успеваемости» своих детей, родители получают возможность управлять итоговой оценкой, направляя работу учащихся.

10. В условиях работы на предлагаемой методической основе отсутствие ученика в школе не отражается на его знаниях и не вносит в работу с классом никаких сложностей. Возвратившись после болезни, ученик воспроизводит опорные сигналы того урока, на котором он присутствовал до болезни. Таким образом, на каждом уроке все ученики заняты делом. Сразу же после уроков одному из учащихся класса учитель предлагает, пользуясь соответствующим листом с опорными сигналами, объяснить материал пропущенного урока возвратившемуся после болезни товарищу. В основном такая работа требует не более десяти минут. После этого ученик, пользуясь учебником, готовится к письменному и устному ответу. В зависимости от количества пропущенных уроков и индивидуальных особенностей ученика ответ по этому материалу выслушивается сразу или переносится на следующий день.

11. Ни одного пробела в «Ведомости открытого учета знаний» быть не должно. При наличии хотя бы одной пустой клеточки (кроме случаев болезни в последние дни учебной четверти или учебного года) ученику не может быть выставлена итоговая оценка выше балла 3.

## II. ПЕРВЫЙ УРОК

Мир физики необычайно богат, и у учителя нет никакой возможности приобщить к нему учащихся в течение первых 45 мин. Но если рассказ сопровождать демонстрированием смены дня и ночи с помощью теллурия, плакатом круговорота воды в природе, диапозитивами, раскрывающими связь физики с астроно-

мией, медициной, химией, географией, зоологией, геологией и другими науками, всегда можно раскрыть перспективу неиссякаемого поиска на стыках физики с другими науками. Важно только, чтобы и в процессе рассказа и в последующих ответах ребят сигнальные опоры не связывали живую речь. Первый и второй уроки позволяют показать, как при одном только беглом взгляде на отдельные фразы можно вести непринужденный рассказ с включением большого количества сведений из научно-популярных журналов, газетных статей и книг. Нужно помнить, что законы физики всегда отражают явления окружающей природы. Совсем не сложно увидеть открытое проявление того или иного изученного закона. Научная проницательность творческого ума состоит в умении выделять скрытые связи в явлениях природы. Чем шире круг знаний, тем большая вероятность открытия. Именно поэтому, готовясь к уроку, ученик не должен ограничиваться примерами стабильного учебника или опорных сигналов. Физика и физики всегда в поиске. Умение вести этот поиск начинается на уроках. На первом уроке ребята должны понять, что опорные сигналы — всего только маяки в безбрежном научном океане. Их назначение помогать, но ни в коем случае не сковывать инициативы детей и учителя.

## III. ДВУКРАТНОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА

В традиционной методике после объяснения нового материала проводится его закрепление в форме опроса с места, вызова к доске или повторения отдельных законов и правил. Работа с опорными сигналами ведется совершенно иначе. После первого, последовательного и обстоятельного рассказа учитель вывешивает опорный плакат и новый материал излагает вторично. Этот элемент урока обязателен и потому учащимся не нужно при первом объяснении учителя останавливать ход своих мыслей на непонятных местах — это затрудняет восприятие следующей части рассказа учителя. Повторное изложение устранит все затруднения, можно расслабиться на хорошо усвоенном материале и сконцентрировать внимание на трудном. Особо следует подчеркнуть, что при объяснении материала ребята ничего не записывают. Экспериментально доказано, что продуктивность восприятия при ведении записей резко падает.

Ритм, темп и форма второго изложения значительно отличаются от лексической структуры первого объяснения. Обзорные места следует проговаривать однотонно, так как идет процесс прямого запоминания. Здесь неуместны ни патетика, ни восклицательные обособления. Зато в местах, изобилующих ма-

тематическими выкладками и логическими переходами, скорость речи резко уменьшается, убеждающая сила слов возрастает. Повторное изложение — предельно лаконично. Это позволяет немногими фразами охватить большие смысловые абзацы и дать ребятам возможность ощутить глубину и стройность приобретенных знаний. Используемые при повторном объяснении опорные плакаты помогают активно включиться в процесс восприятия мощному аппарату зрительной памяти. Умелое использование свойств этой памяти позволяет учащимся без больших потерь времени (не более 5 мин.) безошибочно воспроизводить все опорные сигналы урока. Тогда остается много времени для обстоятельной работы над учебником и практическим закреплением материала путем решения самых разнообразных задач. После всего сказанного становится понятным, почему оценки за письменные работы не могут быть ведущими оценками при выставлении итоговых. Только в том случае, когда отлично выполненные письменные работы подкрепляются отличными устными ответами, ученик получает самую высокую оценку. Учитывая, что устная речь учащихся VI классов только начинает приобретать литературные формы, вполне допустимо оценивать вышшими итоговыми оценками и тех ребят, которые отлично воспроизводят опорные сигналы, хорошо отвечают у доски и вдумчиво работают над задачами.

#### IV. РАБОТА С ОПОРНЫМИ СИГНАЛАМИ

Листы с опорными сигналами представляют собой систему взаимосвязанных ключевых слов, позволяющих восстанавливать в памяти различные физические явления, условных знаков, дешифровка которых занимает очень мало времени, но дает возможность установить прочные связи в различных логических переходах и легко трансформируется в последовательный, научный строгий рассказ по тому или иному разделу физики.

Листы с опорными сигналами раскрашивают подобно образцам, выставленным на открытых стендах в коридорах или в кабинете физики. При черновой подготовке к уроку выполнять рисунки в цвете не обязательно, а на уроке за работу, выполненную одним цветом, оценка снижается на один балл: систематическая работа с одноцветными рисунками и схемами резко снижает уровень восприятия при изучении больших разделов, а также при повторении.

Раскрашенный листок с новыми опорными сигналами вывешивается сразу после урока на специальном стенде «Мы изучаем». Между очередными уроками физики проходит 12—15 перерывов. Одного только беглого взгляда на листок достаточно, чтобы закрепить в памяти несколько опорных сигналов. При этом даже не обязательно останавливаться около этого листка:

механизм памяти срабатывает быстро и надежно, а в результате работа дома при подготовке к очередному уроку сокращается на 10—15 минут. Если спустя некоторое время что-то забудется, нужно обязательно спросить об этом у товарища. В непрерывном общении на основе учебных связей, как показал многолетний эксперимент, развиваются устойчивые и добрые отношения в ученическом коллективе.

Дома, не заглядывая в учебник, ученик должен попытаться разобраться во всех опорных сигналах. И только после этого начинать читать текст учебника. Если все понятно, то особое внимание в тексте учебника следует уделить тем деталям, которые оказались не охваченными опорными сигналами. Это обогатит представления и создаст предпосылку для отличного устного ответа на уроке.

Еще раз со всей настоятельностью подчеркиваем, что процесс подготовки к письменной работе на уроке должен находиться в поле активного внимания родителей. Устное пересказывание содержания первых листов с опорными сигналами играет важную роль.

На уроке для воспроизведения материала в тетради отводится в среднем около 12 мин. Именно на этот промежуток времени должна быть нацелена работа при подготовке к уроку.

#### V. ВТОРОЙ УРОК. ПИСЬМЕННЫЕ РАБОТЫ И УСТНЫЕ ОТВЕТЫ У ДОСКИ

К письменному изложению материала прошлого урока ребята приступают сразу после звонка. Потеря времени на уроке недопустима так же, как и недопустимо использование для работы времени, отведенного на перерывы.

Каждый ученик сидит за отдельным столом. В случае отсутствия одноместных столиков на первые 12 мин. урока между учащимися ставят разделительные щитки. Это очень важно! Щиток — не мера пресечения нечестности, а средство воспитания. К уроку готовятся все ученики. Стало быть самостоятельно вспомнить выпавший из памяти опорный сигнал может каждый. Нужно только заставить себя вспомнить ускользнувшую на мгновение деталь. Так приходит самостоятельность, уважение к самому себе, глубокое внутреннее достоинство, готовность преодолевать трудности.

Закончив работу, ученик отдает тетрадь учителю. Работы нужно проверить сразу же. До истечения контрольного срока (12 мин.) обычно удается проверить не более одной трети всех работ. Остальные проверяют во время ответа первого ученика. К концу урока все работы оцениваются и оценки заносят в «Ведомость открытого учета знаний», откуда ребята выписывают их в свои «Экраны успеваемости». Если позволяет время, оцен-

ки зачитывают перед объяснением нового материала. Ученик имеет право исправить нежелательную для него оценку во внеурочное время, обратившись при этом за разрешением к учителю.

Перед повторным ответом лучше всего получить консультацию у одного из своих товарищей.

Проверяя работу на уроке, не следует выставлять оценку в тетради. Экономичнее во времени раскладывать тетради по стопкам в соответствии с оценками. Ошибки в тетрадях не фиксируются. Если это необходимо, то отдельные ошибки выносят на обсуждение класса. В большинстве случаев желательно не называть фамилии учеников, допустивших ошибки.

За 30—40 секунд до окончания письменной работы к доске вызывается ученик. Это сигнал всем остальным, что время работы на исходе. По истечении этого времени вывешивают опорный плакат или включают проекцию соответственного диапозитива на экран. И конечно, ни один ученик уже не станет исправлять ошибки в тетради — перед ним крупным планом все, что ему нужно было записывать во время письменной работы.

Каждый ученик минимум два раза в четверть излагает свои знания у классной доски при раскрытом опорном плакате. Отсутствие записей, строгая последовательность опорных сигналов неузнаваемо изменяют речь учащихся. Она становится четкой, образной, спокойной. И тогда в течение каждого урока учащиеся произносят в два, а иногда и в три раза больше слов, чем на обычных уроках. Учитель в основном говорит только при объяснении нового материала и потому количество слов, произносимых им на уроке, несколько сокращается. Анализ ответов товарищей, замечания и дополнения к ответам делают только учащиеся, а учитель ненавязчиво направляет дополнения в единое русло. Это — саморегуляция на уроке.

Если замечания с места отражают небольшие просчеты отвечающего у доски ученика, то оценка за ответ не снижается. Если же обязательные дополнения к ответу делает сам учитель, оценка снижается.

Во время письменной работы, то есть в то время, когда в начале урока все учащиеся класса восстанавливают опорные сигналы прошлого урока, учитель может подойти к одному из учащихся и прослушать его тихий рассказ по определенной части нового материала, но это не должно отвлекать от работы остальных. Такие же тихие ответы можно проводить и у стола учителя.

Практика работы в школах г. Краматорска показала, что пока все выполняют письменную работу, два-три ученика могут наговорить свои ответы на магнитофонные пленки. Прослушать потом эти записи может сам учитель или учащиеся параллельного или старшего класса.

Каждый ученик получает оценку на каждом уроке. Отвечавшие устно получают две оценки — за письменную работу и за устный ответ.

Во время устного ответа рассказ ученика можно прерывать только тогда, когда он допустил грубую ошибку, которая не позволяет дальше вести логически стройный рассказ.

Если использовать все виды опроса, то за один урок будут опрошены от шести до десяти человек.

Оборудование второго урока произвольное. Значительное внимание на этом уроке надо уделить работам выдающихся ученых.

Время от времени на уроках целесообразно проводить физические диктанты и практиковать ответы методом выборочного контроля, неточно именуемым иногда программированным опросом. Это ответы на вопросы по заранее подготовленным карточкам и некоторые другие формы опроса, рекомендуемые современной методической литературой.

В каждой четверти ученик получает в общей сложности от 15 до 20 оценок и потому извечная проблема «накопляемости» оценок полностью снимается с повестки дня работы школы.

## VI. ТРЕТИЙ, ЧЕТВЕРТЫЙ, ПЯТЫЙ И ШЕСТОЙ УРОКИ

На третьем уроке полностью излагается тема «Первоначальные сведения о строении вещества». Эта тема сконцентрирована в форме опорных сигналов на двух листах. В таком же виде она сохранится в памяти учащихся до окончания средней школы. В старших классах, когда изучение физики будет проводиться на спаренных уроках, ее без труда можно будет повторить за 15—20 мин. Для учащихся же VI классов письменное воспроизведение одной только первой страницы займет около 20 мин., так как на ней более 450 печатных знаков (буквы, знаки препинания, фрагменты чертежей и т. д.)<sup>1</sup> Правда, как показала практика работы в г. Донецке, учащиеся, изучавшие с помощью опорных сигналов курс географии в V классе, приобрели к началу изучения физики такие навыки быстрого выполнения рисунков и схем, что даже на воспроизведение двух листов с опорными сигналами к разделу «Первоначальные сведения о строении вещества» затрачивали не более 20 мин., хотя на этих листах около 800 печатных знаков<sup>1</sup>. Итак, на четвертом

<sup>1</sup> Скорость выполнения письменных работ еще более возрастает, когда учащиеся начинают работу с опорными сигналами в IV классе. Это проверено на уроках математики в г. Донецке. Как было сказано, работа с опорными сигналами благотворно сказывается на лаконичности и скорости речи учащихся, а это, как не трудно видеть, раскрывает новые горизонты для исследований.



уроке можно ограничиться только письменной работой и устными ответами учащихся. Остаток времени целесообразно отвести для решения качественных задач.

Пятый урок снова-таки начинается с решения задач и небольшого повторения раздела математики 5 класса «Стандартный вид числа». Одновременно даются обзорные сведения об отрицательных показателях. На заключительной части урока (20 мин.) излагается материал четвертого листа с опорными сигналами. В результате такой паузы на шестом уроке образуется небольшой избыток времени. Его можно посвятить рассказу о различии между агрегатными состояниями вещества с точки зрения молекулярной теории.

К последующим урокам в комментариях нет необходимости.

## VII. ДЕШИФРОВКА НЕКОТОРЫХ ОПОРНЫХ СИГНАЛОВ

Многочисленные символы-сигналы, приведенные на листах опорных сигналов, необычайно компактны: за каждым из них стоит то или иное физическое явление, та или иная логическая связка, без четкого понимания которой невозможно научно строгое понимание целого раздела. Многие сигналы легко отождествляются с пояснениями в учебнике и потому чтение учебника очень важно. В этой главе описываются сигналы, не нашедшие отражения на страницах учебника или требующие дополнительных пояснений.

### Л 3

Первые научные представления о веществе как о совокупности мельчайших частичек, впервые были изложены в трудах древнегреческих ученых Демокрита и Левкиппа более 2500 лет назад. Развитие этих идей принадлежит древнеримскому ученому Эпикуру, взгляды которого в поэтической форме изложил талантливый современник Эпикура Лукреций Кар в поэме «О природе вещей». В библиотеках имеется перевод этой поэмы на русский язык. Если даже не прочитать, то хотя бы просмотреть отдельные ее главы, будет интересно каждому ученику.

1626 г. Парижский парламент под страхом смертной казни запретил пропаганду учения о молекулярном строении вещества, так как оно в корне подрывало религиозные представления о сотворении мира.

М. В. Л. М. В. Ломоносов

Сахар Сахар, даже будучи превращенным в пылеобразное состояние, сохраняет все свои свойства. В растворе частицы сахара становятся невидимыми.

Краска

Аналогичный пример с красящими веществами.

Дым

Частицы дыма разлетаются в воздухе и становятся невидимыми, а в специальных улавливателях уплотняются в толстые налеты сажи и копоти.

Листья в лесу

Движение листьев в лесу нельзя заметить невооруженным глазом с больших расстояний.

Музей

Чтобы убедиться, что в поле зрения микроскопа могут двигаться частицы, лишенные каких бы там ни было жизненных сил, Броун в археологическом музее отломил от каменной глыбы, привезенной из древнего Египта, небольшой кусочек камня и, раздробив его в ступке, повторил свой опыт с пылью, образовавшейся из этого совершенно мертвого камня.

+пшено

При смешении воды и спирта общий объем становится меньше суммы объемов отдельных веществ. Это имитируется наполненным крупными плодами ведром, в которое, однако, можно еще насыпать много пшена.

с-х, коксохимзавод

Неравномерно разбрасываемые по полю удобрения в результате диффузии насыщают почву практически однородно, а повышенная загазованность атмосферы в районе коксохимических предприятий по той же причине не превосходит допустимых норм.

Перенаселение и обратный процесс

Жильцам дома предоставили новые, благоустроенные квартиры, а старый дом отдали в распоряжение молодых рабочих из производственного общежития. В суматохе переезда дом на некоторое время оказался перенаселенным: семьи с многочисленным домашним скарбом нелегки на подъем, а молодежь из общежития уже у порога. Но так будет продолжаться лишь некоторое время. Это можно сравнить с повышением давления под колпаком в известном опыте, представленном на рисунке.

В обратном процессе молекулы светильного газа быстрее покидают пористый сосуд, нежели в него проникают молекулы воздуха.

Большое количество молекул условно показано широкой стрелкой.

### Л 4

Бумага

Молекулы бумаги плотно связаны силами притяжения. Разделить их можно при некотором усилии.

Бульон

Жировые пятна в бульоне при сближении сливаются в одно пятно. При этом силы притяжения начинают действовать на небольших расстояниях.

Семёнов

Шведский промышленник Иогансон долгое время держал в секрете способ шлифовки инструмента для точных измерений «плиток Иогансона», продавая



их по стоимости, равной весовой стоимости золота. Правительство молодой советской республики предложило Иогансону большую сумму за секрет доводки плиток. Иогансон отказался. А через несколько лет простой советский рабочий Семенов открыл тайну шлифования плиток. Все это чрезвычайно интересно описывается в книге Юрия Вебера «Разгаданный секрет».

## Л 9

Космонавты →  
конфетки

Для того, чтобы проиллюстрировать невесомость, советские космонавты во время полета космического корабля «Союз» легким движением руки бросали друг другу маленькие карамельки, которые медленно перелетали от одного к другому по прямолинейной траектории. Это физическое явление ребята увидели на экранах телевизоров и хорошо запомнили.

$\uparrow P > F_{тяж}$   
 $\downarrow P < F_{тяж}$

Эти символы иллюстрируются во время урока (проведение опытов).

## Л 11

Трибометр

$P_{чаш}$  — вес чашки с песком.

Москва  
Минск

$D = 2 \text{ м. } 5000$

До революции царская Россия ввозила шарикоподшипники из-за границы. В первые годы советской власти был построен первый московский шарикоподшипниковый завод, затем второй. Один из крупнейших шарикоподшипниковых заводов построен в Минске. Размеры шарикоподшипников самые разные. Наибольшие — до 2 м в диаметре. Самых маленьких в спичечный коробок помещается 5000 штук.

1851 г.,  
Николай I,  
Клейнмихель,  
городовые

«18 августа 1851 года император Николай I совершал первую поездку из Петербурга в Москву по железной дороге. Императорский поезд был готов к отправлению в 4 часа утра. Начальник строительства генерал Клейнмихель, чтобы подчеркнуть особую торжественность события, приказал первую версту железнодорожного пути покрасить белой масляной краской. Это было красиво и подчеркивало то обстоятельство, что императорский поезд первым пройдет по нетронутой белизне уходящих вдаль рельсов.

Однако Клейнмихель забыл о коэффициенте сцепления и смазочном действии белой масляной краски. Пароход (так тогда называли паровоз) беспомощно буксовал на месте. Жандармы, подобрав полы шинели, бежали эту версту перед поездом и посыпали песком покрашенные рельсы»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Наука и человечество. Международный ежегодник. М., Знание, 1966, с. 362.

Смазка под  
давлением  
Магнитные  
подвески:  
800 000

«Весьма мало трение в гидростатических подшипниках, в которых трущиеся поверхности разделены слоем смазки, нагнетаемой в зазор под давлением. В быстроходных машинах внедряются опоры, где роль смазки выполняет струя воздуха — трущиеся детали разделены воздушной прослойкой; в этих случаях коэффициент достигает ничтожно малых значений. Магнитные подвесы, применяемые в специальных машинах, позволяют осуществлять движение деталей с угловой скоростью до  $8 \cdot 10^5$  оборотов в секунду — практически без внешнего трения»<sup>1</sup>.

$$\mu = \frac{a}{g}$$

Ученикам разъясняется, что смысл этой формулы будет раскрыт в VIII классе.

## Л 12

Математические выкладки, связанные с выводом формулы коэффициента поверхностного натяжения на основании энергетических соображений можно опустить. К ним учащиеся вернутся при изучении этого раздела в VII классе.

Камфора

Кусочки камфоры на поверхности воды совершают «беспричинное» хаотическое движение. Это происходит по простой причине: на участках неровностей границы камфоры образуются «букточки», в которых концентрация раствора камфоры несколько выше (увеличивается граница растворения). В результате уменьшается коэффициент поверхностного натяжения на этом участке и кусочки камфоры начинают двигаться.

## Л 13

Учительница  
(США)

Сын учительницы одного из штатов США, работавший на железной дороге, принес домой несколько пустых мешков из-под медного колчедана. Во время стирки этих мешков мать заметила в хлопьях мыльной пены блестящие кусочки металла. Это явление заинтересовало ее, и она обратилась с вопросом в один научный журнал. Так было открыто явление флотации, применяемое сейчас для обогащения руд.

Подъем  
по микротре-  
щинам

Поверхность капиллярной трубки не может быть идеально гладкой. Жидкость, смачивающая твердое тело, попадает в микротрещины, где равнодействующая сил притяжения больше, чем на окрестных участках. Это приводит к подъему жидкости на этом узком участке. Окрестные частицы, увлекаемые силами притяжения, попадают в новые микротрещины. Жидкость поднимается и

<sup>1</sup> Наука и человечество. Международный ежегодник. М., Знание, 1966, с. 354.

на других участках. Это происходит до тех пор, пока не уравновешиваются сила поверхностного натяжения и сила тяжести водяного цилиндра.

Пшеница —  
разрыхляют,  
гречиха —  
укатывают

Корневая система пшеницы не может брать влагу из глубоких слоев почвы. И для того, чтобы сохранить эту влагу, разрушают капиллярную структуру верхних слоев почвы. Гречиха же в период прорастания требует большого количества влаги. Доступ ее из глубинных слоев достигается укатыванием верхнего слоя катками. При этом уменьшается диаметр капиллярных структур почвы. После прорастания семян корни растений проникают на большую глубину и питаются влагой слоев, недоступной для других растений.

#### Л 14

МГУ

При строительстве МГУ вырыли котлован, из которого было взято такое весовое количество грунта, которое затем было скомпенсировано силой тяжести самого здания.

с.—х.

Ободья колес сельскохозяйственных машин делаются очень широкими. Работу в поле приходится вести на влажной почве, что может привести к глубокому увязанию машин в грунт.

Вакуум-экстрактор

Для извлечения из человеческого организма инородных тел без обширного хирургического вмешательства применяются устройства с присосками, которые при понижении давления в системе плотно прилегают к этим телам и вытягивают их наружу.

Кюри  
Шилловский  
Ланжевен

Явление пьезоэлектричества было открыто Ж. Кюри (братом Пьера Кюри). Русский политический эмигрант Шилловский, проживавший в период первой мировой войны во Франции, предложил французскому военному ведомству использовать это явление для обнаружения немецких подводных лодок. Конструкцию прибора осуществил Ланжевен.

#### Л 15

Разливка  
стали  
в изложницы

На металлургических заводах сталь из мартеновских печей сливают в огромные ковши, вмещающие до 200 т стали. Из этих ковшей через специальное отверстие ее выливают в формы (изложницы). Для ускорения и большей надежности этого процесса несколько изложниц соединяют в нижней части керамическими трубками, образующими в результате этого систему сообщающихся сосудов. Сталь выливается в одну изложницу, но при этом равномерно наполняются все остальные.

Дорогой!  
Долгой!

Строительство и обеспечение работы шлюзов обходится очень дорого, а сам процесс шлюзования, особенно в период активной навигации, тянется очень долго. Вместо шлюзов группа ленинградских конструкторов предложила систему судоподъемника, работающего по принципу лифта. Но в результате сезонного изменения уровня воды в реке для работы судоподъемника на входе и выходе снова-таки потребовались шлюзы. Техническая сложность этого процесса была преодолена с помощью судовоза, впервые примененного на Красноярской ГЭС.

#### Л 16

19—31+7 лет

Первые открытия Паскаль сделал в 19 лет. Последующие 12 лет — были его триумфом. Все его открытия были завершены к 31 году. Последние 7 лет жизни называют в науке «Трагедией Паскаля». Глубокая внутренняя депрессия, связанная с личными драмами в жизни, враждебное отношение к нему окружающих людей и религиозные нападки привели к тяжелому психическому заболеванию и смерти. Паскаль скончался на 39-м году жизни.

Передающие  
среды!

Эти слова еще раз подчеркивают, что по закону Паскаля жидкости и газы передают производимое на них давление.

Все математические выкладки в Л 16 связаны со знаменитым опытом Паскаля.

Атомный  
взрыв

Для хранения нефти нужны большие емкости. Как доказали советские ученые, их можно создавать глубоко под землей с помощью локальных ядерных взрывов.

Высосать  
Накачать  
воздух  
Заполнить  
технической  
водой

Когда нефть извлекают из естественных нефтяных ванн, давление в них понижается. Остатки нефти можно извлекать прямым отсасыванием, но это очень сложный процесс. Гораздо удобнее через вторую скважину нагнетать в ванну воздух, повышая тем самым давление в ней.

Еще экономичнее заливать ванны сточными водами производства. Нефть, располагаясь на поверхности более плотной воды, продолжает поступать из скважины без каких-либо примесей, но при этом в значительной степени решается проблема очищения природы от ее загрязнения ядовитыми отходами различных производств.

#### Л 17

Кессонная  
болезнь:

Воздушные тромбы в крови. При быстром подъеме после глубокого погружения в воду избыток растворенного в крови кислорода в результате высокого давления выделяется в форме пузырьков, образуя воздушные тромбы. Этот процесс напоминает интенсивное

выделение газа при откупоривании бутылки с минеральной водой. Наличие в крови воздушного тромба вызывает немедленную смерть.

**Проф. О. Пиккар:** Первый батискаф был сконструирован швейцарским ученым Огюстом Пиккараром. Последний корабль его конструкции, «Триест», был испытан в Марианском желобе, глубина которого 11 км. Жак Пиккар — сын профессора — вместе с ученым-врачом опустились в этом батискафе на дно Марианской впадины и находились там в течение получаса.

**«Ихтиандр»** — донецкий клуб подводников. Здесь, с помощью одноименных аппаратов, исследуют шельфовые участки береговой линии Черного моря.

**«Садко»** — аналогичный клуб в Ленинграде.

**1962 г. «Трешер», 129 чел.** Во время испытаний погибла атомная подводная лодка США «Трешер» (акула), на борту которой находилось 129 человек, в том числе 30 научных сотрудников, проводивших исследования. Глубина океана в месте катастрофы — 2000 метров. Поиски оказались безрезультатными. В них принимал участие и «Триест».

**1968 г. «Скорпион», 99 чел.** Спустя шесть лет трагедия повторилась. Во время плавания погибла еще одна атомная подводная лодка США «Скорпион» с экипажем численностью 99 человек. Место гибели осталось неизвестным.

## Л 18

**1900 лет** Высказывание Аристотеля «Воздух — это великое ничто» просуществовало в науке 19 столетий и было опровергнуто опытами Галилея.

**Атмосфера (М. В. Л.)** Само слово «атмосфера» сконструировал из двух слов «атмос» и «сфера» М. В. Ломоносов. Первое появление этого слова в печати противники Ломоносова встретили бурей негодования. Они утверждали, что оно никогда не приживется в русской лексике, так как не соответствует традициям русской речи. Время посмеялось над этими горе-пророками.

**5-й океан**



Так иногда называют атмосферу. В кинофондах имеется кинофильм с одноименным названием.

Поршень всасывающего насоса (вид сверху).

## Л 19

**Регенсбург** Опыт с магдебургскими полушариями был впервые выполнен не в Магдебурге, а в Регенсбурге. Магдебург был в то время сожжен в результате тридцатилетней войны между протестантами и католиками. Сейчас

на родине О. Герике ежегодно на площади при большом стечении жителей города и окрестностей воспроизводится опыт с магдебургскими полушариями.

Поверхность тела человека около  $1,5 \text{ м}^2$ .  $F = 150\,000 \text{ Н}$  А это означает, что сила давления воздуха на человека составляет около 150 000 ньютонов.

**Оливковое масло**

См. текст на с. 11 в книге Г. И. Мишкевича<sup>1</sup>.

## Л 20

**Колокольная св. Иакова 52М** «Паскаль поднялся на 52-метровую башню святого Иакова и заметил, что уровень ртути понизился на 5 миллиметров. Паскалю хотелось проверить это наблюдение на большой высоте от уровня моря. Но в местности, где он жил, не было гор. Тогда Паскаль написал письмо своему родственнику Перрье, жившему в Клермоне — горной местности Франции — и попросил его подняться с барометром на вершину горы Пюи-де-Дом. Ее высота превышает 1400 метров. 19 сентября 1648 года Перрье выполнил просьбу Паскаля. В ответном письме он сообщал, что столбик ртути в барометре на вершине горы понизился до 615 миллиметров»<sup>1</sup>.

## Л 21

**Архимед, Сиракузы...**

Краткие биографические данные Архимеда.

## Л 22

**1916, «Садко», Кандалакша** «Это случилось 20 июня 1916 года. Недавно построенный, с иголки, новенький, ледокол «Садко» шел по Кандалакшскому заливу Белого моря. Кипела за кормой седая пена, взбитая мощными лопастями гребного винта. На мостике, вглядываясь в низкие берега, нес вахту сам капитан. Время от времени он бросал короткие, отрывистые приказания рулевому. Вскоре вдали замигали какие-то огни. Капитан велел поворачивать к берегу. Рулевой послушно повернул штурвал. И тут раздался страшный удар...

На полном ходу «Садко» ударился о подводный камень, пропорол себе днище и вскоре пошел ко дну. Людям удалось спастись на шлюпках.

Целых семнадцать лет пролежал «Садко» на дне холодного Белого моря.

В 1933 году на место гибели ледокола прибыли эпроновцы — отважные завоеватели морских глубин»<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Мишкевич Г. И. Мастер-невидимка. Л., Детгиз, Ленинградское отделение, 1959, с. 11.

<sup>2</sup> Там же, с. 113.



Д. И. Менделеев

Одним из первых совершил полет на воздушном шаре с конкретными научными целями великий русский ученый Д. И. Менделеев. Во время полета он оказался в катастрофическом положении: воздушный шар понесло ветром в сторону грозового облака, и шнур выхлопного клапана, через который нужно было немедленно выпустить часть газа, запутался в нескольких метрах над головой. И тогда по стропам шара Менделеев добрался до узла и устранил неполадку. Полет завершился благополучно.



Аэростаты воздушного заграждения.

## Л 23

1933 г.  
Прокофьев,  
Годунов,  
Бирнбаум

Группа советских стратонавтов, установившая в 1933 году мировой рекорд подъема на стратостате — 19 км. Стартовав под Москвой, отважные испытатели в тот же день благополучно опустились около Коломенского завода.

1934 г.  
Васенко,  
Федосеенко,  
Усыкин

Трагически погибшие стратонавты, установившие через четыре месяца после старта первого стратостата новый мировой рекорд подъема в стратосферу — 22 км.

1938 г.  
Украинский,  
Кучумов,  
Батенко,  
Столбун

В 1938 году из подмосковного города Звенигород стартовала еще одна группа отважных стратонавтов. Спустя несколько дней стратостат опустился в г. Донецке. Все члены экипажа были мертвы. Сейчас в память о их подвиге около дворца спорта «Шахтер» стоит памятник с барельефами стратонавтов, а на возвышении — фигура подтянутого с открытым лицом пилота, стоящего по стойке «Смирно!» Он как бы ожидает приказа Родины.

1962 г.  
Долгов,  
Андреев  
25 км 270 с

Чтобы испытать новую систему парашютов, позволяющих совершать прыжки с больших высот, два советских офицера — подполковник Долгов (автор новой конструкции парашюта) и майор Андреев совершили прыжок с высоты 25 км. По программе испытаний подполковник Долгов должен был раскрыть парашют сразу после катапультирования, майор Андреев — спустя 270 с. Через некоторое время благополучно приземлился майор Андреев. Четко сработавший парашют мягко опустил на землю и подполковника Долгова, однако, он был мертв. Нелепая случайность стоила ему жизни. Оба парашютиста-стратонавта были удостоены высокого звания Героя Советского Союза. Подполковник Долгов — посмертно.

## Л 24

Грузчик

Если грузчик с большой ношей на спине по какой-либо причине остановится, то, несмотря на большие усилия, которые он в данный момент прикладывает для удержания груза, его работа с точки зрения физики равна нулю.

$$A_{м.х} = A_{экск}$$

Одну и ту же работу (на рисунке — куча песка) могут выполнить и мелкий хулиган и экскаватор. Однако же это вовсе не означает, что эти «механизмы» равноценны. Весь вопрос во времени выполнения работы. Первому потребуется 15 суток. Второму — 15 мин.

КПД — это не только отношение работы полезной к работе затраченной.

$$\eta = \frac{A_{п} = P_{п}}{A_{з} = P_{з}} = \frac{R}{R_{общ}}$$

## Л 25

8 блоков

В технике не применяются полиспасты с числом блоков более восьми, так как каждая новая пара блоков увеличивает силу трения. Десятиблоковый полиспаст экономически уже невыгоден.

## Л 26

2000 Н, 300 Н

Рука человека — рычаг. Расстояние от локтя до точки соединения мышцы бицепса с лучевой костью в семь раз меньше, чем расстояние до центра ладони. А это значит, что при подъеме одной рукой груза весом 300 Н, усилие мышцы составляет около 2000 Н.

\* \* \*

По заключительным разделам курса VI класса (§§ 77—80) учащиеся сами создают творческие листы опорных сигналов. Новый материал учитель объясняет как обычно, но записи на доске не сохраняются.

Лучшие работы демонстрируются на открытом стенде.

## Л 27

Мрамор ?  
Дерево ?

Наощупь температура этих тел кажется совершенно разной, хотя они в течение длительного времени находятся в одном и том же помещении. Отсюда вывод: с помощью ощущений судить о температуре тел невозможно. Об этом говорит и опыт, когда после некоторого времени пребывания в сосудах с горячей и холодной водой обе руки одновременно помещают в теплую воду.

—200; +600;  
0,0001°C

Пределы измерения и точность регистрации температуры электрическим термометром.



1821 г., Зеебек,  
спичка—100 км

В крови не  
растворя-  
ется  $O_2$

Анабиоз...

Естественная температура тела человека не может быть ниже  $34^\circ\text{C}$ . Искусственно же ее иногда понижают до  $26^\circ\text{C}$  и тогда организм впадает в состояние анабиоза. Жизненные процессы в нем замедляются. Вместо 16 вдохов в минуту человек делает только 4, пульс падает с 70 до 25 ударов в минуту. Опирая такого больного, хирург может на время отключать сердце (до 20 мин.). А обычно кислородное голодание мозга может продолжаться не более 5 минут, после чего в коре больших полушарий начинаются необратимые процессы, и человек после операции, в лучшем случае, станет психически ненормальным. В состоянии анабиоза находятся зимней медведи, барсуки и многие другие животные.

Узкий канал  
Сила тяжести ртути не может вернуть ее в резервуар и потому термометр устойчиво фиксирует максимальную температуру.

## Л 28

$\frac{140\text{H}}{100\text{H}} - \frac{280\text{H}}{200\text{H}}$   
 $\frac{40\text{H}}{80\text{H}}$

Тяга в трубах образуется в результате разности сил давления теплого и холодного воздуха на площадку у основания трубы. Если сила давления холодного воздуха 140 Н, а теплого — 100 Н, то сила тяги составляет 40 Н. Увеличив вдвое высоту трубы, мы увеличим силу тяги до 80 Н. Этот же факт иллюстрирует ведро без дна на трубе дома. Донецкий писатель Попов в своей книге «Сталь и шлак» описал, как партизаны в период оккупации, используя силу тяги в заводских трубах, разбрасывали по городу листовки.

Образование бризов возможно при перепаде температур между лесом и пашней. Днем ветер дует в сторону леса. Такое же движение воздуха возникает между горами и долинами.

## Л 29

Тимирязев  
Дети «Солнца»

Солнце — главный источник энергии на Земле и потому не случайно всех живущих на земле академик Тимирязев назвал детьми Солнца.

## Л 30

$(1-2^\circ\text{C}) >$   
 $(31-32^\circ\text{C})$

При нагревании воды от 1 до  $2^\circ\text{C}$  требуется на 1% больше тепла, чем при нагревании от 31 до  $32^\circ\text{C}$ . В этом проявилась несостоятельность калории как единицы измерения теплоты.

## Л 31

Эйлер.  
Вольта

Современник Ломоносова Леонард Эйлер поддерживал взгляды Ломоносова на природу теплоты. Итальянский физик Вольта весьма лестно отзывался о работах Ломоносова в более поздние годы.

Б. Румфорд  
Г. Деви

Поместив две пластинки металла в воду, Б. Румфорд трением этих пластинок друг о друга довел ее до кипения.

Аналогичный опыт с кусками льда провел Г. Деви. Лед растаял, хотя никакого притока энергии извне не было, а удельная теплоемкость воды вдвое больше удельной теплоемкости льда. Этими опытами отвергалась идея существования теплорода.

$C_p > C_v$

Газ можно нагревать, предоставив ему возможность расширяться, преодолевая атмосферное давление, или зафиксировав неизменным его объем. В первом случае расход теплоты при нагревании на  $1^\circ\text{C}$  будет немного больше. Удельная теплоемкость при постоянном давлении больше удельной теплоемкости при постоянном объеме. Это свойство газа было известно давно. Доктор Роберт Майер определил причину этого явления, которая состояла в следующем. Когда газ нагревают при неизменном объеме, вся теплота идет только на увеличение внутренней энергии газа, а если газ расширяется, он, к тому же, совершает работу по преодолению силы атмосферного давления. Чтобы вычислить разности количества теплоты и механической работы, имеются все данные. Сопоставив результаты, Майер без труда вычислил тепловой эквивалент работы. Расчеты Майера — выдающееся явление в истории теоретической физики.

## Л 32

Аморфное  
состояние  
неустойчиво

Многие вещества в результате нагревания переходят из кристаллического состояния в аморфное. Однако в таком состоянии они пребывают сравнительно недолго. Бывает, что варенье, спустя всего несколько месяцев засахаривается, то есть сахар возвращается, таким образом, в первичное кристаллическое состояние. Стекло по прошествии нескольких десятков лет трескается, желтеет. В нем начинают четко просматриваться кристаллы кремния. То же происходит и с расплавленной серой. Долгое время

считалось, что глицерин может находиться только в аморфном состоянии. Однако, когда таможенные чиновники вскрыли партию бочек глицерина, прибывшего из Германии в Англию, к их неописуемому удивлению в бочках вместо жидкости они обнаружили желтоватые кристаллы странной формы. Специально созданная конфликтная комиссия после тщательного расследования установила, что при строго определенной последовательности встряхиваний глицерин переходит из аморфного состояния в кристаллическое. Именно такому встряхиванию подверглась партия глицерина в результате раскачиваний во время шторма, который сопровождал судно на всем пути. Случайность, конечно, но в физике бывает и такое.

**Боразон** Группа советских физиков смоделировала вещество (боразон), не уступающее по прочности алмазу. Однако боразон превосходит алмаз по термостойкости. На высоких режимах резания он работает там, где алмаз горит. Выпуск боразона освоил Ленинградский абразивный завод «Ильич».

**Древний Рим** При выборе коэффициента безопасности  $K$  нетрудно впасть в две крайности. Слишком высокий  $K$  приведет к неоправданному перерасходу материала, слишком низкий — к аварийным ситуациям, наказуемым в уголовном порядке. В древнем Риме существовал такой закон: если разрушалось здание и при этом не погибал никто из членов семьи хозяина строения, казнили архитектора. Если же были жертвы, казнили всю его семью.

**«Усики»** «Если бы кристалл был совершенно свободен от дислокаций (нарушения в решетке), можно было бы рассчитывать на то, что его прочность будет колоссальной, так как не было бы «слабых» мест, легко перемещающихся под действием внешних усилий. Физиками выращены микроскопические нитевидные кристаллики (так называемые «усики»), прочность которых в сотни и тысячи раз больше прочности массивных кристаллов того же материала, так как усики могут быть получены бездислокационными. Прочность массивного железа около  $30 \text{ кг/мм}^2$ , а железного уса диаметром  $15 \text{ мкм}$  порядка  $1400 \text{ кг/мм}^2$ <sup>1</sup>.

### Л 33

**Артемовск** Волоочильные доски при изготовлении медной проволоки применяются на Артемовском заводе им. Квиринга.

**ДМЗ** Донецкий металлургический завод им. Ленина прокатывает профили самой сложной конструкции. Значительная часть его продукции идет на экспорт.

<sup>1</sup> Наука и человечество. Международный ежегодник. М., Знание, 1966, с. 256.

### Л 34

**Вольфрам** Определить удельную теплоту плавления тугоплавких металлов, одним из которых является вольфрам, с помощью калориметра невозможно. Для этого используются приемы спектрального анализа.

### Л 35

**Вода! Чугун!** Вода и чугун в отличие от большинства веществ при плавлении сжимаются, а при затвердевании расширяются. Это приводит к разрыву водопроводных труб в зимнее время. Этим же свойством воды объясняется процесс разрушения горных массивов, когда замерзающая ночью вода расширяет трещины между скалами, а днем, растаяв, проникает все глубже и глубже.

**Медь — масло** Под высоким давлением медь приобретает текучесть масла, а водород проходит через стальную пластинку толщиной в 5 см.

**Ту-144 закрылки** При посадке современного сверхзвукового лайнера Ту-144 наибольшее сопротивление испытывают отклоняющиеся закрылки. Оказалось, что выдерживать столь высокую температуру, возникающую в результате трения металла о воздух, может только титан.

### Л 36

**Шалапин** Великий русский певец Федор Иванович Шалапин, обладая прекрасным голосом, был еще и изумительным актером. Однажды при большом стечении зрителей искусства проводилась дискуссия о возможностях артистического мастерства. По вопросу о том, может ли артист заставить поверить зрителей в реальность происходящего на сцене, мнения были разные. В разгар спора Шалапин незаметно вышел из зала и через несколько минут появился на сцене в разорванной рубашке с перепачканным сажей лицом. Глаза его лихорадочно блестели, взгляд был наполнен ужасом. «Пожар», — срывающимся голосом произнес Шалапин. «Тотчас же, — вспоминает один из присутствовавших в зале, — я почувствовал запах дыма и увидел в глубине сцены блики пламени». Зал охватила паника. В узких проходах и у редких дверных проемов возникла давка. Люди падали. И в этот момент со сцены загрохотал смех Шалапина. Федор Иванович сыграл. Продолжать диспут не было смысла.

При наличии многочисленных и широких выходов публика могла бы без волнений и шума покинуть зал. (Чем больше площадь поверхности испаряющейся жидкости, тем быстрее испарение).

**Абсорбция  
(рыбы)**

Жидкости, и в частности вода, могут растворять в себе различные газы. Наличие кислорода в воде подтверждается дыхательными органами рыб и других обитателей озер, рек и морей. В подогретой до 50°C, а затем охлажденной до комнатной температуры воде рыбы тотчас же погибают.

**(Чабаны)**

Высоко в горах вода кипит при температуре более низкой, чем 100°C. В такой воде нельзя сварить мясо, крупу, приготовить пищу. Сейчас специально для чабанов и жителей высокогорных селений выпускают кухонную посуду типа скороварок. Раньше же чабаны при приготовлении пищи как можно плотнее закрывали котлы и на крышки клали тяжелые камни.

**Закипит —  
замерзнет**

При откачивании воздуха из-под колокола воздушного насоса вода, находящаяся под ним, закипает при комнатной температуре. Закипает и сразу же замерзает. Быстрое испарение во время кипения без притока энергии извне ведет к резкому понижению температуры и, как следствие, к замерзанию. Этим же объясняется и закипание воды в колбе, нагретой до кипения, при условии, что колба плотно закупорена, когда к ней сверху прикасаются кусочком льда. При этом пар в колбе конденсируется, давление падает, вода закипает. Кипение продолжается недолго: интенсивное испарение повышает давление и понижает температуру. Так можно поступить несколько раз. Это явление использовано в работе бестопочного паровоза, который заправляют перегретым паром в котельных, находящихся на безопасном расстоянии от взрывоопасных предприятий. После одной заправки локомотив может пройти расстояние 50 км, ведя за собой состав из 10 вагонов.

**18 чел.—8  
30 пудов**

Для постройки паровой машины И. И. Ползунов попросил 18 человек. Дали ему всего 8. Ползунов работал, не щадя себя. Отдельные детали установки весили более 30 пудов. Для его здоровья такие нагрузки оказались смертельными. За несколько дней до пуска машины Иван Иванович умер.

**Ломоносов?**

На сохранившихся чертежах машины Ползунова имеются пометки, напоминающие почерк М. В. Ломоносова. Не исключено, что Михаил Васильевич знакомился с проектом машины. В это же время И. И. Ползунов приезжал в Петербург и встреча его с М. В. Ломоносовым могла состояться.

**Теорема  
о гибком вале  
турбины  
Лаваль**

Большие скорости вращения турбин при малейшем смещении оси вращения приводили к грандиозным авариям. Повышение прочности валов не приносило желаемых результатов. Смело и находчиво решил эту проблему Лаваль. Он предложил и математически доказал, что, вращаясь на гибком вале, турбина будет самоцентрироваться. Это в какой-то мере можно показать на примере волчка. Чем быстрее он вращается, тем спокойнее и вертикальнее его ось вращения!

**6—8 ат!—  
преждевре-  
менное  
зажигание!**

Повысить температуру взрыва в цилиндре двигателя внутреннего сгорания опасно. Для этого нужно увеличить давление, а тогда может произойти преждевременное зажигание. Двигатель начнет работать вразнос. Повысить КПД двигателя понижением температуры холодильника — значит охладить всю атмосферу, в которой работает двигатель.

**Рудольф  
Дизель**

Судьба самого изобретателя Рудольфа Дизеля оказалась трагической. Он погиб еще молодым сил во время переезда по морю из Голландии в Англию в 1913 г. На море разыгралась буря. Вероятно, Дизель любовался величественной картиной шторма и был смыт с палубы волной. Ему было тогда 55 лет.

**VIII. ЛИСТЫ ВЗАИМОКОНТРОЛЯ**

При изучении курса физики в VI классе пять уроков отводятся для работы по листам взаимоконтроля.

**Первый лист взаимоконтроля**

1. Взаимосвязь явлений природы.
2. Цель и задача наук.
3. Физические явления.
4. Связь физики с другими науками.
5. М. В. Ломоносов.
6. Физические тела.
7. Формы материи.
8. Наблюдения и опыты в физике.
9. Что значит измерить величину?
10. Развитие взглядов о строении вещества.
11. Число Лошмидта.
12. М. В. Ломоносов о строении вещества.
13. Броуновское движение.
14. Промежутки между молекулами.



15. Диффузия.
16. Опыты, утверждающие молекулярно-кинетическую теорию.
17. Измерение диаметра и массы молекулы.
18. Притяжение молекул.
19. Опыт Штерна.
20. Общие выводы из молекулярно-кинетической теории.
21. Механическое движение.
22. Траектория.
23. Путь.
24. Равномерное движение.
25. Скорость.
26. Единица массы.
27. Плотность.
28. Как вычислить массу тела? Как вычислить объем тела?
29. Причины различия плотностей веществ.
30. Как вычислить путь? Как вычислить время движения?

### Второй лист взаимоконтроля

1. Инерция.
2. Первый закон Ньютона.
3. Работа двигателя внутреннего сгорания.
4. Сила.
5. Сила тяжести.
6. Вес.
7. Невесомость.
8. Единица силы — ньютон.
9. Векторные величины.
10. Изображение векторных величин.
11. Равнодействующая.
12. Сложение сил.
13. От чего зависит сила трения?
14. Коэффициент трения.
15. Виды трения.
16. Причины возникновения сил поверхностного натяжения.
17. Опытное определение коэффициента поверхностного натяжения.
18. Смачивание и несмачивание.
19. Формула Жюрена.
20. Давление.
21. Формулы давления.
22. Единицы давления.
23. Манометры.
24. Закон Паскаля.
25. Добыча нефти.
26. Скафандры. Батисфера. Батискаф.
27. Гидравлический пресс.
28. Сообщающиеся сосуды.

29. Свойство сообщающихся сосудов для однородной жидкости.
30. Свойство сообщающихся сосудов для разнородных жидкостей.
31. Шлюзы.
32. Водопровод.

### Третий лист взаимоконтроля

1. Причина атмосферного давления.
2. Нагнетательный водяной насос.
3. Всасывающий водяной насос.
4. Величина атмосферного давления.
5. Барометры.
6. Анероид.
7. Нагнетательный воздушный насос.
8. Разрежающий воздушный насос.
9. Насос Комовского.
10. Причина возникновения выталкивающей силы.
11. Архимедова сила.
12. Условия плавания тел.
13. Водоизмещение судна.
14. Подъемная сила газа.
15. Определение плотности твердых тел с использованием Архимедовой силы.
16. Определение плотности жидких тел с использованием Архимедовой силы.
17. Работа.
18. Формула работы. Единица работы.
19. Мощность.
20. Формула мощности. Единица мощности.
21. КПД.
22. Неподвижный блок.
23. Подвижный блок.
24. Полиспаст.
25. Степенной полиспаст.
26. Рычаг. Условие равновесия рычага.
27. Энергия.
28. Потенциальная энергия.
29. Кинетическая энергия.
30. Закон сохранения энергии.

### Четвертый лист взаимоконтроля

- |   |      |
|---|------|
| 1. Измерение массы на рычажных весах.   | (ЛР) |
| 2. Определение плотности твердого тела. | (ЛР) |
| 3. Градуирование пружины.               | (ЛР) |
| 4. Определение коэффициента трения.     | (ЛР) |
| 5. Выяснение условий плавания тел.      | (ЛР) |



6. Условие равновесия рычага. (ЛР)
7. Определение КПД наклонной плоскости. (ЛР)
8. Процесс изготовления термометра.
9. Жидкости в термометрах.
10. Виды термометров.
11. Особенности медицинского термометра.
12. Теплопередача.
13. Конвекция.
14. Образование тяги.
15. Возникновение бризов.
16. Теплопроводность.
17. Теплопроводники и теплоизоляторы.
18. Лучеиспускание.
19. Теплоемкость.
20. Удельная теплоемкость.
22. Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении или необходимом для нагревания тела.
22. Калория.

#### Пятый лист взаимоконтроля

1. Опытное определение удельной теплоемкости.
2. Теплота сгорания.
3. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива.
4. КПД нагревателя.
5. Упругость, пластичность.
6. Предел упругости.
7. Закон Гука.
8. Плавление.
9. График плавления нафталина.
10. Свойства плавления.
11. Удельная теплота плавления.
12. Вычисление количества теплоты, необходимой для плавления.
13. Определение удельной теплоты плавления опытным путем.
14. Прочность.
15. Предел прочности.
16. Тепловой эквивалент работы.
17. Испарение.
18. Свойства испарения.
19. Объяснение свойств испарения с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
20. Холодильник.
21. Кипение.
22. Зависимость температуры кипения от давления.
23. Удельная теплота парообразования.
24. Определение удельной теплоты парообразования опытным путем.

25. Работа при расширении газа и пара.
26. КПД тепловых машин.
27. Особенности турбин.
28. График работы двигателя внутреннего сгорания.
29. График работы дизеля.

На очередном уроке после письменной работы и устных ответов по 7-му листу опорных сигналов все учащиеся раскрывают страницы с вопросами первого листа взаимоконтроля и учитель в течение 20 минут, в темпе обстоятельно отвечает на 30 вопросов первого листа. Работа идет значительно быстрее, если вопросы зачитывает не учитель, а один из учащихся.

Дома ученики тщательно готовятся к ответам на все вопросы, с непонятными вопросами они обращаются за помощью к товарищам, и многократно контролируют друг друга. Отсюда и название «Листы взаимоконтроля». С наиболее трудными вопросами можно обращаться в любое время к учителю.

На следующем уроке к доске выходят 10—15 человек, которые подготовились к ответам на все вопросы. Если желающих отвечать будет больше, они остаются на своих местах, но каждому выдается укрепленный на подставке флажок. В первом случае учитель садится в глубине класса и составляет список отвечающих. Выставляется оценка за ответ на каждый вопрос, итоговая — по всем ответам. Составляющие оценки и результирующая объявляются только после опроса всех учащихся.

Когда ученик отвечает с места, оценку объявлять нужно за каждый ответ. Ведомость поручают вести одному из учеников. Возможен и такой вариант, когда все ученики сами выставляют себе оценки, объявленные учителем. Именные листочки сдают учителю.

Каждый ученик должен ответить не менее чем на 4—5 вопросов. В ходе одного опроса можно повторять одни и те же вопросы листа. Если ученик не может ответить на вопрос, его отстраняют от дальнейшего опроса (стоявший у доски садится на место, отвечающий с места сдает свой флажок). Опрос первой группы может продолжаться от 20 до 25 мин. Это возможно лишь в том случае, если при ответе на вопрос, связанный с выполнением чертежей, записью формул или вычерчиванием схем, группа не ждет подготовки этого ученика к ответу. Вопросы следуют далее, и ученик спокойно выполняет все чертежи. Ответ по готовым записям длится всего несколько секунд. На этом же уроке можно опросить и вторую группу. При этом критерий оценки должен быть несколько строже.

Не подготовившиеся к ответу учащиеся отвечают во внеурочное время. Контролируют их и оказывают им помощь товарищи.

При опросе по первому листу допустимы некоторые снисхождения, если до этого ребята не работали по таким листам в IV или V классах.

На время ответа второй группы учащиеся, ответившие в первые 20 мин урока получают индивидуальные задания.

Аналогично проводятся уроки по остальным листам взаимоконтроля.

## IX. УРОКИ-ПРАКТИКУМЫ

Современные программы по физике предусматривают проведение за все годы обучения 47 лабораторных работ, 42 практических и 328 демонстраций. В пересчете на рабочее время все эти работы занимают около 20% учебного времени. Подбор демонстраций, объем лабораторных исследований и соотношение времени, отводимого на изучение теоретической части курса, и времени, отводимого для практических работ, не вызывает больших возражений у педагогов-практиков. И все же практическая сторона курса физики в навыках выпускников средней школы оставляет желать много лучшего. Обширные экспериментальные исследования последних лет наглядно показали, что дидактические резервы в этой области научного поиска еще далеко не исчерпаны, а пути дальнейшего повышения практических навыков учащихся следует искать в еще более тесных контактах теории и экспериментальной практики. Активное отношение учащихся к физическому практикуму и первичные навыки технического творчества ребят могут развиваться и окрепнуть только в тесном общении с измерительной аппаратурой, лабораторным оборудованием и различного рода механизмами. Нет и не может быть абстрактных конструкций, нет и не может быть эфемерных механизмов. Практика предопределяет теоретические исследования, практика сопутствует научному поиску, практика завершает теоретически обоснованные выкладки. В свете этих положений вся демонстрационная часть программного материала по физике была тщательно пересмотрена в плане преобразования значительной части ее в расширенные практикумы. При этом некоторые программные демонстрации выполняются в том виде, в каком они рекомендуются традиционной методикой. Это демонстрации, без которых суть физических явлений и законов останется непонятой учащимися (архимедова сила, электромагнитная индукция и др.), демонстрации, опасные для учащихся (обнаружение веса воздуха, зависимость температуры кипения от давления и др.) и для приборов (опыты с измерительной аппаратурой высокой точности), все виды кинодемонстраций.

С другой стороны, нерационально тратить драгоценные минуты урока на демонстрацию опыта с шаром Гравизанда или сцеплением свинцовых цилиндров. В первом случае процесс на-

гревания и охлаждения шара занимает 3—4 мин, а во втором — нужно либо отказаться от подвешивания значительного числа грузов, либо расходовать время на подвешивание и разборку гирлянды грузов. Если же учесть, что на каждом уроке приходится проводить несколько демонстраций, то станет понятной причина острого дефицита времени на уроках физики. Следует признать, что в проведении демонстрационного эксперимента на уроке над современной методикой тяготеет веками сложившаяся традиция. Безусловно, очень красиво и эффектно, когда сам учитель многократно выверенными движениями воспламеняет вату, смоченную эфиром, между кондукторами электрофорной машины, магической силой мощного магнитного поля заставляет взлетать над столом алюминиевые кольца катушки Томпсона или непринужденно держит в руках трепетное пламя газонаполненных трубок. Даже самому учителю трудно расстаться с этими минутами научной власти над своими питомцами. Но — что делать — педагогическая целесообразность настоятельно требует иного подхода к учебным демонстрациям.

Традиционная методика вольно или невольно ограничивает действия учителя обязательными демонстрациями, выполняемыми непосредственно в процессе изложения нового материала. Количество же работ, включаемых в расширенные практикумы, значительно шире. Каждый учитель имеет полное право увеличить число опытов и даже выделить для этого один-два дополнительных урока. Это значит, что обычные уроки начинают активно вторгаться в те виды работы, которые ранее проводились только с отдельными учащимися во время занятий физических кружков. В результате этого целесообразны опережающие эксперименты и демонстрации, когда учащиеся еще до изучения этого материала на уроках знакомятся с явлениями, научное содержание которых будет изучаться несколько позже. Отвергать такие практические работы — значит отвергать все явления окружающего мира, с которыми сталкиваются наши дети задолго до начала изучения физики. Опережающие демонстрации, не требуя больших затрат рабочего времени, создают устойчивый интерес учащихся к физике как к учебному предмету, раскрепощают рассказ учителя при изложении нового материала, связанного с этими опытами, способствуют глубокому пониманию и прочному запоминанию учебного материала всеми учащимися.

В ходе первых двух лет изучения физики проводится четыре урока-практикума: два — в VI классе и два — в VII. Первый урок-практикум охватывает два раздела: «Первоначальные сведения о строении вещества» и «Движение и силы». Из 25 демонстраций, рекомендуемых в этих разделах учебной программой, только 9 проводятся во время уроков при изложении нового материала.

- |  |  |
|--|--|
| 1. Способы измерения времени             | 6. Сложение сил, действующих на тело по одной прямой           |
| 2. Модель хаотического движения молекул. | 7. Раздувание резиновой камеры под колоколом воздушного насоса |
| 3. Свободная диффузия паров и газов      | 8. Кинофильм «Сила давления и давление»                        |
| 4. Диффузия жидкостей и газов            | 9. Способы определения плотности вещества                      |
| 5. Кинофильм «Диффузия».                 |  |

Кроме перечисленных демонстраций, на уроке проводится еще одна — сжатие тел при охлаждении. Это опережающая демонстрация, так как главный ее акцент — на силе, возникающей при сжатии, а это рассматривается в старших классах.

Все остальные демонстрации из этих разделов выносятся на урок-практикум. Работы, выставленные на столах, перечислены на плакате (этот плакат вывешивают перед учащимися во время инструктивных пояснений). Приводим перечень этих работ.

### Первый урок-практикум

1. Испарение твердого тела.
2. Конвекция воздуха.
3. Притяжение и отталкивание наэлектризованных тел.
4. Сжимаемость газов.
5. Расширение тел при нагревании:
  - а) опыт с шаром Гравизанда;
  - б) опыт с расширением воздуха в колбе.
6. Модель хаотического движения молекул.
7. Равномерное и неравномерное движения.
8. Взаимодействие тел разной массы.
9. Сравнение масс тел, имеющих одинаковый объем.
10. Явление инерции:
  - а) опыт с грузом, подвешенным на нити;
  - б) модель двигателя внутреннего сгорания.
11. Измерение силы динамометром.
12. Измерение давления жидкости манометром.
13. Способы уменьшения и увеличения трения.
14. Шариковые и роликовые подшипники.
15. Сцепление свинцовых цилиндров.
16. Прилипание стеклянной пластинки к воде.
17. Проникающее действие магнитного поля.
18. Отвес.

Работа № 6 проводится и на уроке, и во время практикума, где ребята знакомятся с механизмом действия самого прибора.

Две последние работы внепрограммные, однако проведение их обязательно.

Порядковые номера в списке вовсе не указывают на порядок выполнения этих работ, ибо каждый ученик начинает эту серию работ с любого порядкового номера. Это освобождает учителя от необходимости вычерчивать новые плакаты в случае, если пополнится или изменится список рекомендуемых работ.

Уроки-практикумы лучше всего проводить в классных комнатах со свободно перемещающимися столами. Часть столов располагают вдоль стен, плотно приставляя их друг к другу. На каждом устанавливают по 2—3 прибора, необходимых для выполнения тех или иных работ. Оставшиеся столы размещаются в центре комнаты. Стулья расставляют около столов у стен. Сразу после объяснения учителя часть стульев ставят около столов в центре — за этими столами будут работать учащиеся, раньше других выполнившие все работы практикума — остальные стулья ставят несколько поодаль от столов. Количество комплектов работ должно соответствовать количеству учащихся в классе и даже, по возможности, превосходить это количество. Каждая работа из списка практикума выставляется в двух комплектах, а наиболее трудоемкие (№ 7, 8 и 10а) — в трех.

В начале урока учитель дает краткие инструктивные указания к каждой работе. На изложение содержания одной работы необходимо затрачивать не более 15—20 с, а на весь инструктаж — 5—6 мин. Быстрота пояснений вполне оправдана: ребятам предстоят встречи со знакомыми незнакомцами. О каждой из этих работ ученик уже слышал на уроке во время объяснения нового материала, читал о ней в учебнике, в листах с опорными сигналами и слушал ответы товарищей. Теперь каждому ученику предстоит проделать все эти работы своими руками!

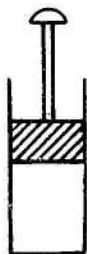
Вот примерные образцы пояснений учителя. К работе № 2: «Поджигаете сухое горючее под бумажной спиралью. Поток теплого воздуха устремляется вверх и приводит спираль во вращение. Колпачком гасите пламя». И к работе № 5 б: «Опускаете горлышко колбы в воду и охватываете колбу ладонями. Из колбы выходят пузыри воздуха. Значит воздух в колбе при нагревании расширился».

Объяснение закончено. Каждый ученик приступает к выполнению той работы, около которой стоял его стул. Выполнение работы должно занимать от 30 с до 1 мин. Затем ученик переходит к следующей, расположенной слева от него. В этом направлении переходят от работы к работе все ученики. На выполнение всех работ классу отводится 16—27 мин и к исходу 27-й минуты все учащиеся начинают письменное оформление работ. Делают они это в специальных тетрадях (96 листов), которые хранятся в школе на протяжении всех лет обучения. После окончания школы или при переходе в другую школу эта тетрадь возвращается ученику. В этой же тетради ребята выполняют и все другие лабораторные и практические работы.



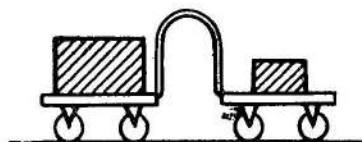
Письменное оформление каждой работы должно сопровождаться несложным рисунком, схемой или чертежом. Для образца приводим два примера письменного оформления работ.

Работа № 4



В цилиндре под поршнем воздух. Опускаем поршень. Воздух сжимается. Отпускаем ручку стержня. Поршень возвращается в исходное положение. Значит молекулы газа при сближении отталкиваются.

Работа № 8



Две тележки разной массы связаны нитью. Между ними изогнутая стальная пластина. Пережигаем нить. Тележки разбегаются на разные расстояния. Вывод: одна и та же сила телу большей массы сообщает меньшую скорость.

Значит массы можно сравнить по результатам взаимодействия тел.

При некотором навыке, а он приходит к ребятам уже в ходе первого урока-практикума, описание каждой работы занимает у учащихся не более 3 мин и они еще до окончания урока успевают описать в тетради 7—8 работ. Остальные работы оформляются дома: в этот день никаких других домашних заданий по физике ребята не получают. Учитывая, что работы № 6, 11 и 14 выполняются без описания, на оформление оставшихся работ потребуется не более 25—30 мин.

Выполнение всех работ фиксируется в ведомости открытого учета знаний. Оценки в классные журналы за этот вид работы не выставляются.

### Второй урок-практикум

1. Передача давления жидкостями и газами.
2. Устройство и действие гидравлического пресса.
3. Изменение давления внутри жидкости с глубиной погружения.
4. Давление жидкости на дно и стенки сосуда.
5. Сообщающиеся сосуды.
6. Устройство и действие насосов.
7. Архимедова сила в жидкостях и газах.
8. Устройство и применение ареометров.

9. Применение рычага.
10. Применение наклонной плоскости.
11. Движение тележки под действием опускающегося груза.
12. Применение полиспаста.
13. Устройство металлического манометра.
14. Устройство и действие неподвижного блока.
15. Устройство и действие подвижного блока.
16. Водомерное стекло.

Больше всего времени требуют работы № 7, 9, 10 и 12. Они должны быть представлены тремя комплектами.

К работам № 2 и 13 ребята выполняют только чертежи, работа № 16 выполняется без описания.

При объяснении материала в классе демонстрируются следующие опыты.

1. Обнаружение веса воздуха.
2. Устройство ртутного барометра и анероида.
3. Архимедова сила в жидкостях и газах.

Демонстрация изменения атмосферного давления с высотой при малейшей к тому возможности (высотные дома, терриконы и пр.) должна выполняться в форме обязательной экспрессивной экскурсии.

Лабораторные работы проводятся в традиционном порядке.

## Х. ПРИМЕРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

В настоящей работе предусмотрено такое распределение общего количества уроков (68), отведенного для изучения физики в VI классе.

1. Работа по листам с опорными сигналами — 41 ч.
2. Работа по листам взаимоконтроля — 5 ч.
3. Лабораторные работы — 8 ч.
4. Уроки-практикумы — 2 ч.
5. Решение задач и самостоятельные работы — 9 ч.
6. Экскурсии — 2 ч.
7. Резерв — 1 ч.

Реальность этого плана подтверждена двадцатилетним экспериментальным исследованием, однако у начинающего учителя может произойти отклонение от плана на 3—5 уроков. Это не страшно. Даже при таких отклонениях в VII классе без каких-либо напряжений можно будет включиться в изучение программного материала на уровне VIII и IX классов и завершить изучение физики в IX классе.

## ХІ. ПЕРВЫЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И К САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ

Решать качественные задачи необходимо начинать уже на третьем уроке. Одновременно весь класс получает право на решение задач дома из упражнений 1, 2, 3, 4 и первых шести задач из раздела «Задачи для повторения» на с. 191 учебника по физике для VI класса.

Еще через два урока включаются расчетные задачи из упражнений 5, 6, 7, 8 и следующие 11 задач из раздела повторения.

Всего в учебнике «Физика-6» 343 задачи. Все их, от первой до последней, может решить каждый ученик VI класса. Только при этом условии к нему придет радостное чувство глубокого понимания физики, появится уверенность в своих возможностях. Путь к вершинам научных знаний для него открыт.

В первом полугодии не проводятся никакие самостоятельные, ни, тем более, контрольные работы. Знаний и умений у ребят еще очень мало. К концу полугодия в тетрадях у учащихся появится 100—150 решенных задач. У некоторых ребят их будет значительно больше. Это лучшие ученики класса, которые раньше других поймут, что самостоятельное решение задач дома — подобно каждодневным тренировкам спортсменов, поставивших перед собой цель выйти на уровень достижений лучших спортсменов мира. Если кто-либо думает, что Василию Алексееву легко даются каскады мировых рекордов, то пусть навсегда оставит мечту о большом спорте. Труд! Каждодневный, напряженный, наполняющий богатырской силой мышцы — в основе каждого выдающегося достижения. Решение задач развивает силу ума, силу проницательности, готовность к большому научному поиску.

Во втором полугодии начинается серия самостоятельных работ. Наибольшую пользу они принесут тем ребятам, которые в первом полугодии решили большее количество задач, так как каждая самостоятельная работа — это не контроль, а помощь ученику в преодолении самых сложных для него препятствий. Чем больше трудностей одолел ученик сам, тем больше трудностей поможет ему преодолеть учитель.

В конце учебного года можно провести одну или две дифференцированные работы по задачам, выполненным каждым учеником в течение учебного года.

Проверочные контрольные работы начнутся только в VII классе и потому для шестиклассников это только первая генеральная репетиция.

Задачи шестиклассникам проверяют учащиеся старших классов. Для них — это могучая форма повторения!

## ХІІ. ЛИСТЫ С ОПОРНЫМИ СИГНАЛАМИ

§§ 1, 2, 3

1

*Природа вечна*

*День и ночь*

*Приливы*

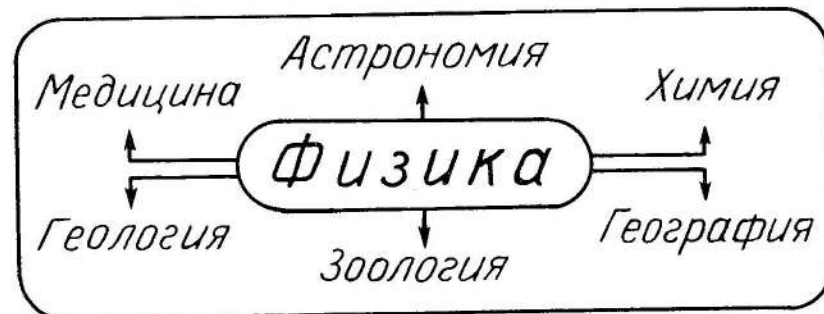
*Все явления природы взаимосвязаны*

*Ветер*

*Осадки*

*Цель наук...*

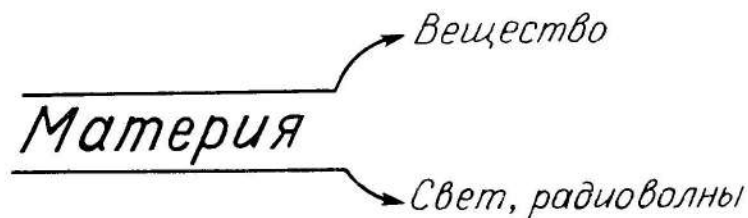
*Явления: таяние, свечение, кипение...*

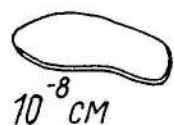


*Аристотель, Галилей, Ньютон, Фарадей*

*М. В. Л., „Первый русский университет“*

**Физические тела**



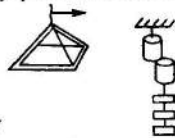


$$V = 1 \text{ мм}^3 \quad h = \frac{V}{S} = \frac{0,001 \text{ см}^3}{5000 \text{ см}^2} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ см}$$

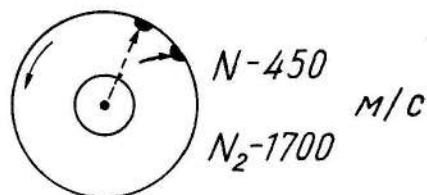
$$S = 0,5 \text{ м}^2 \quad m_{\text{H}_2} = \frac{0,00009 \text{ г}}{27 \cdot 10^{18}} = 3,3 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

**Притяжение:**

- а) бумага  
б) ртуть  
в) бульон  
г) вода  
д) свинец  
е) плитки
- на малых  
расстояниях
- Иогансона (Семёнов)



**Опыт Штерна  
1920 г.**



$E_K^{\text{ср}}$  не зависит от агрегатного состояния

Вода  
Лёд  $0^\circ\text{C}$

Вода  
Пар  $100^\circ\text{C}$

**Выводы:** 1. Все тела состоят из...

2.  $\vec{F}$   $\vec{F}$

3.  $E_K^{\text{ср}}$  определяет  $t$

4

## Механическое движение...

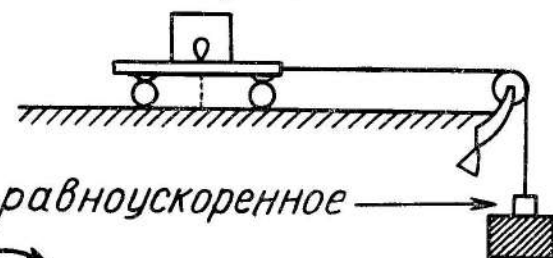
Относительно!

Траектория (метеор, пуля, лыжня)  
Путь - длина траектории см, м, км

Равномерное движение (любые)

- Земля вокруг оси,
- стрелки часов,
- молекулы,
- тонут тела

Неравномерное



Скорость - путь в 1 ед. времени

$$v = \frac{s}{t}$$

$$36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Москва-Горький

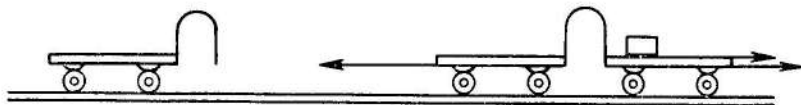
$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$$

$$\frac{450 \text{ км}}{9 \text{ ч}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

5

§§ 15-19





Скорость тела изменяется при взаимодействии

← Пуля-ствол → ← Лодка-лодка →

Чем меньше  $\Delta v$ , тем больше  $m$

г. Севр. Платина + иридий



Массы сравнивают

а) по скоростям при взаимодействии (планеты)

б) Рычажные весы  
(медицинские, торговые, десятичные, аптекарские)

„Волга”  $\approx 2000$  кг

Комар  $\approx 1$  мг

§ § 22 - 24

6

1 т железа -  $0,13 \text{ м}^3$   
льда -  $1,1 \text{ м}^3$   
водорода -  $10000 \text{ м}^3$

Плотность ( $\rho$ ) численно равна массе 1 ед. объёма

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{\text{железа}} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_{\text{льда}} = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$m = \rho \cdot V (\text{машина, гранит})$$

$\rho_{\text{ртути}} > \rho_{\text{воды}}$  ← молекулы массивнее  
← ближе друг к другу

§ § 26 - 28

7



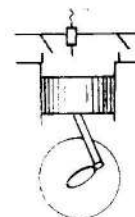
Песок, дорожка, асфальт, лёд. Спутники!

8

Инерция (бездеятельность) - явление...

Трамвай, всадник, велосипедист

Галилей → Ньютон



1. Всасывание

2. Сжатие

3. Раб. ход

4. Выпуск

Всасывание

Сжатие

Подготовительные такты

Маховик

Медленно

Рука → вагонетку

Магнит → железо

Пружина → шар

сила-причина  
изменения  $v$

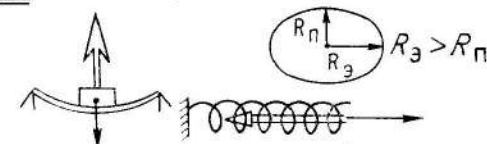
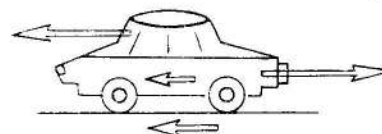
резко

$F_{\text{всемирного тяготения}}$

Камень - спутники - реки - ПЭС

$F_{\text{тяжести}}$  - сила притяжения к Земле

$F_{\text{упругости}}$



$$\vec{F}_{\text{тяги}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

Равномерно

§ § 20, 21, 29-31

На опору → **ВЕС**  
 На подвес → **ВЕС** =  $F_{\text{тяж}}$ , если они  
 неподвижны  
 (равномерно)

$$\begin{aligned} \uparrow & \rho > F_{\text{тяж}} \\ \downarrow & \rho < F_{\text{тяж}} \end{aligned}$$

## НЕ ВЕСОМОСТЬ

Космонавты → конфетки

1 ед. силы... Пружина? Старее

Сила тяжести в данной точке!  
 (Севр)

$$1 \text{ Н} \rightarrow \frac{1}{9,8} \text{ кг} \approx 0,1 \text{ кг}$$

$$F = mg$$

Космонавт (1000 Н) → на Луне 160 Н  
 → на Юпитере 3000 Н  
 → на Весте-60 человек

**Динамометры:** школьный, ручной,  
 тяговый

§§ 32-34

9

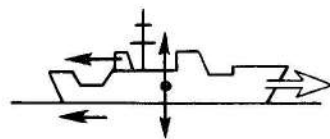
Вектор - везущий

Действие силы → числовым значением  
 → направлением  
 → точкой приложения

**Сила** - вектор

Изображают:

1. Стрелкой
2. Начало в точке приложения
3. Направлена в сторону действия силы



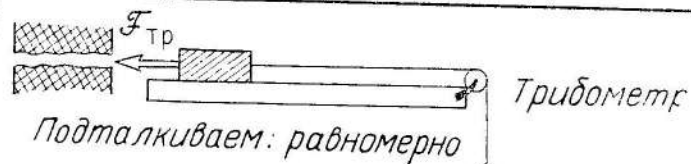
**Равнодействующая...**

Опыт:  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  →  $\vec{R}$  Сложение сил  
 $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$

Если  $\vec{R} = 0$  → или покоится  
 → или равномерно движется

§§ 35-37

10



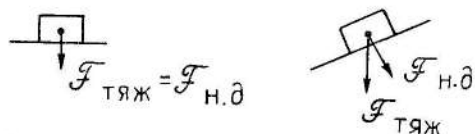
$$F_{тр} = P_{л+п}$$

$F_{тр}$  зависит от:

- $F_{тяж}$
- Материал
- Состояния поверхности
- Смазки
- Почти не зависит от  $S$

$$\mu = \frac{F_{тр}}{F_{н.д}}$$

$$\mu = \frac{a}{g}$$

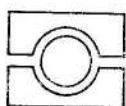


$$F_{тр. покоя} > F_{тр. скольжения}$$

$$F_{тр. качения} = \frac{1}{25} F_{тр. скольжения}$$

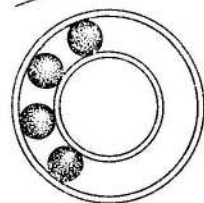
Шарикоподшипники

Москва  
Минск }  $D=2\text{ м}$



Подшипник

Гололёд  
Футбол  
Альпинизм } Уменьшение  $F_{тр}$



Смазка  
Шлифовка  
Баббит

1851 г. Николай I. Клейнмихель, городские  
Смазка под давлением

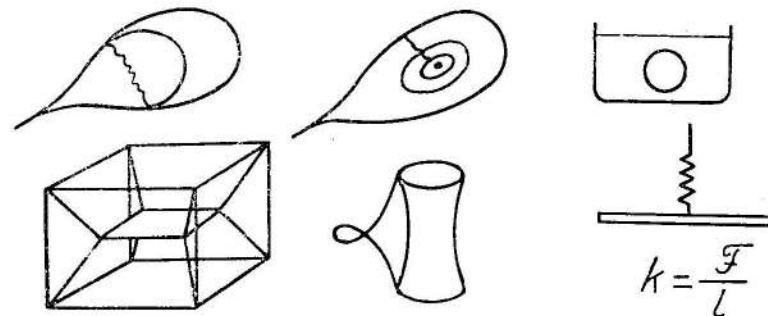
Магнитные подвески 800000

11

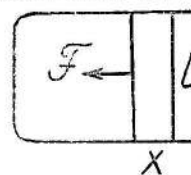
§§ 38-41

Текучесть  $S$  сокращается

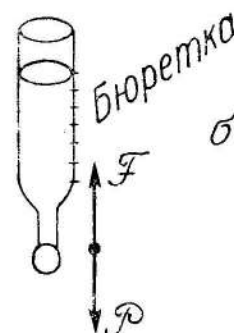
Наименьшая  $S$  при заданном  $V$  у шара  $\Rightarrow$  Капля дождя  
Фигуры Плато  
Анилин



$$k = \frac{F}{l}$$



$$E_n = \sigma S \left\{ \begin{aligned} A &= 2Fx \\ A &= (\sigma S_2 - \sigma S_1) \cdot 2 = \\ &= 2\sigma(S_2 - S_1) = \\ &= 2\sigma lX \\ 2Fx &= 2\sigma lX \\ \sigma &= \frac{F}{l} \end{aligned} \right.$$



$$\sigma = \frac{P}{2\pi R}$$

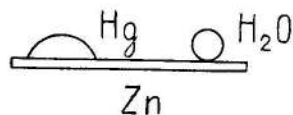
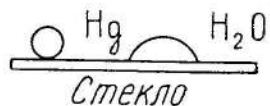
Примеси } Уменьшают  $\sigma$

Камфора  $\rightarrow$

12

§§ 42, 43





$$F_{Hg+Hg} > F_{Hg+стекло}$$

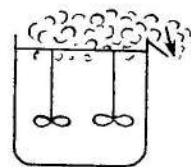
**Несмачивание**

$$F_{H_2O+H_2O} < F_{H_2O+стекло}$$

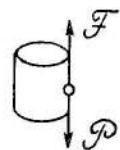
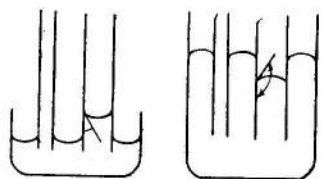
**Смачивание**

Обогащение руд методом флотации  
Учительница (США)

Графит+песок, Zn Медный колчедан



Капиллус (волос)



$$F = P$$

$$\sigma \cdot 2\pi R = \pi R^2 H \cdot \rho \cdot g$$

$$H = \frac{2\sigma}{R\rho g}$$

Подъём по микротрещинам

**Мениски**

$\theta$  краевой угол смачивания

1. Рост растений

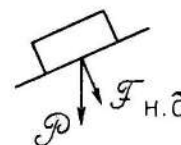
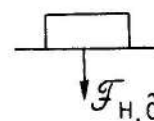
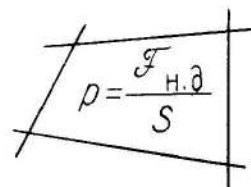
2. Пшеница-разрыхляют

3. Гречиха-укатывают

Формула  
Жюрена

13

**Давление**  $p = \frac{600 \text{ Н} + 40 \text{ Н}}{16 \text{ см}^2} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$

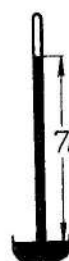


Лыжи  
Танк  
Фундамент  
МГУ  
с-х.

Оса!

$$p = \frac{F}{S} = \frac{\rho g \cdot V}{S} = \rho g H$$

$$p = \rho g H$$

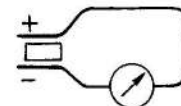
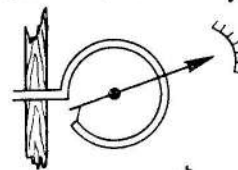


$$9,8 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} = 1 \text{ ат}$$

$$p = \rho g H$$

(Вакуум-экстрактор)

**Манометры**



Металлический  
Кюри

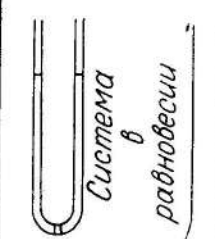
Шиловский

Ланжевен

14

§§ 44-47, 61

# Соединяющиеся сосуды



$$\rho_L = \rho_P$$

$$\rho g H_L = \rho g H_P$$

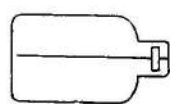
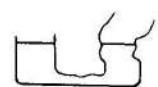
$$H_L = H_P$$



$$\rho_M = \rho_{PT}$$

$$\rho_M g h_M = \rho_{PT} g h_{PT}$$

$$\frac{h_M}{h_{PT}} = \frac{\rho_{PT}}{\rho_M}$$

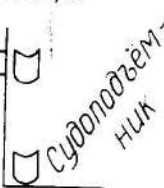
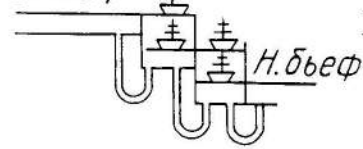


Водомерное  
стекло

Разливка стали в изложницы

В. бьеф

Н. бьеф

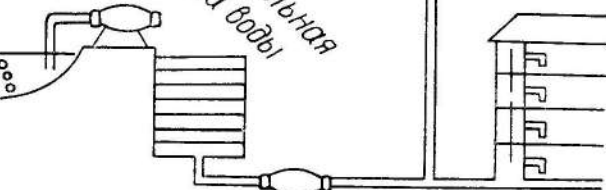


Дорого! Долго!



Принудительная  
подача воды

500 м³



Высоты столбов разнород-  
ных жидкостей в сообщающихся  
сосудах обратно пропорци-  
ональны их плотностям

Артезианский колодец

15

§§ 55, 63

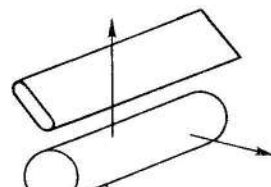
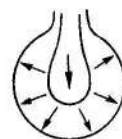
# Закон Паскаля

16

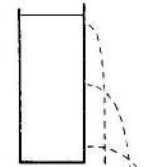
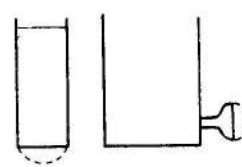
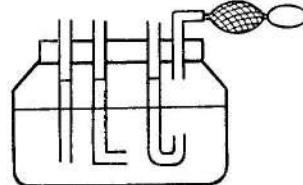
Блез Паскаль

19 → 31 + 7 лет

„Трагедия  
Паскаля“

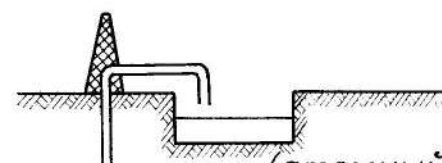


Передающие среды!



$$p = \rho g H = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 5 \text{ м} = 50000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$F = p \cdot S = 50000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 3 \text{ м}^2 = 150000 \text{ Н}$$



(атомный взрыв)

Нефтяная  
ванна

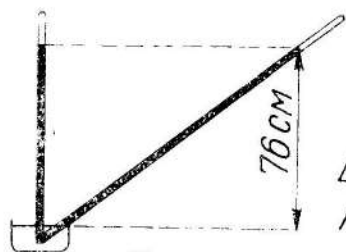
1000  $\frac{\text{Н}}{\text{см}^2}$

1. Высотать
2. Накачать  
воздух
3. Заполнить  
технической  
водой

§§ 48, 52, 53

1940 г. Италия, г. Флоренция  
герцог Тосканский  
Галилей?

1642 г. Эванджелиста Торричелли

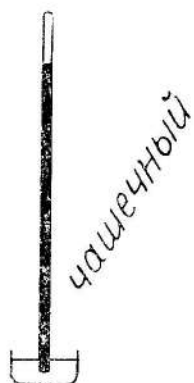


$$p = \rho g H \approx 101300 \text{ Па}$$

1654 г. г. Магдебург

Бургомистр Отто фон  
Герике (Регенсбург)

Паскаль: вода - 10,4 м



чашечный

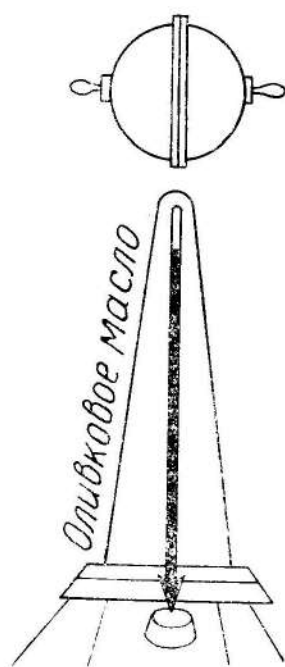


сифонный

Барометр  
(тяжеломер)

$$S_{\text{человека}} = 1,5 \text{ м}^2$$

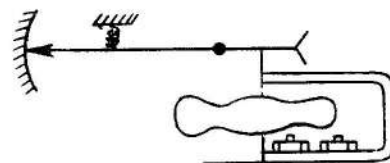
$$F = 150\,000 \text{ Н}$$



оливковое масло

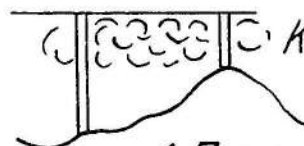
§§ 58, 59

19



Анероид  
(безжидкостный)

Альтиметр

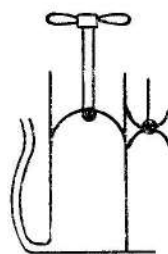


Колокольня св. Иакова

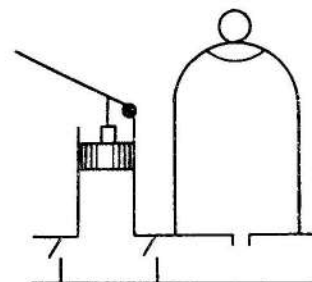
52 м

1. Пюи-де-Дом 615 мм рт. ст.

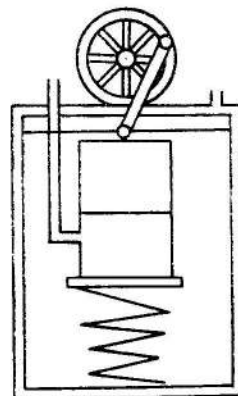
2. Джомолунгма 250 мм рт. ст.



Магнетательный



Разрезающий



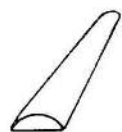
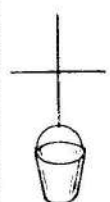
Насос Комовского

§§ 59, 60, 62

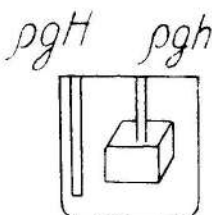
20



# Архимедова сила

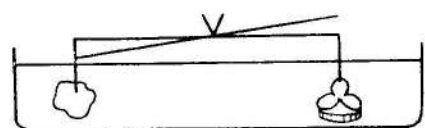


Лактометр  
Сахариметр  
Нефтемер  
Спиртомер  
Урология



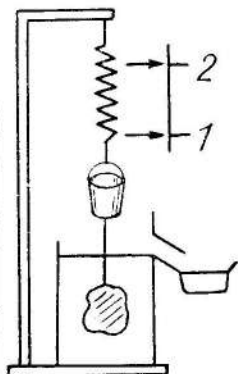
Ареометр

Архимед, Сиракузы, о. Сицилия, Гиерон  
Александрия, Евклид

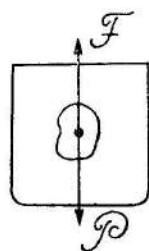


Эврика!

Гидростатическое взвешивание



$$F \uparrow^{1-2} = P \downarrow_{2-1}$$



$P > F$  тонет  
 $P < F$  всплывает

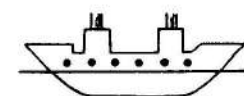
Плавает:  $\left. \begin{array}{l} 1) P = F \\ 2) \rho_T < \rho_{ж} \end{array} \right\}$

Взвешенное состояние

§§ 63-65

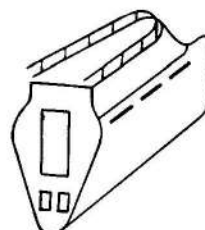
21

$$\rho_T > \rho_{ж}?$$



Надводная  
ватерлиния  
Подводная

Водоизмещение 50000 т  
(вместе с грузом)



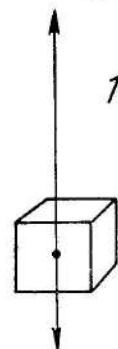
Балластные камеры  
„Северянка”  
Япония

ЭПРОН



1916 „Садко”  
Кандалакша

Полотенце



13H

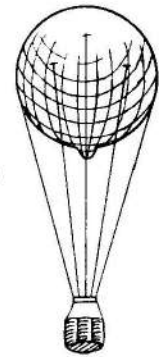
0,9H

$$13H - 0,9H = 12,1H$$

Подъёмная сила

$H_2 + He$

Д. И. Менделеев



1731г Крякутный  
+ 52г Монгольфье

Дирижабли

Аэростаты



§§ 65-67

22

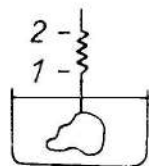
1933 г. Прокофьев, Годунов, Бирнбаум 19 км

1934 г. Васенко, Федосеенко, Усыскин 22 км

1938 г. Украинский, Кучумов, Батенко, Столбун

Звенигород - Донецк

1962 г. Долгов, Андреев 25 км 270 с



1. Какова выталкивающая сила?

$\rho_1$

$$\rho_1 - \rho_2$$

$\rho_2$

(Вес вытесненной жидкости)

$\rho_{\text{ж}}$

2. Каков объём вытесненной жидкости?

$\rho_T$

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_{\text{ж}}} \text{ (объём тела)}$$

3. Какова плотность тела?

$$\rho_T = m_T \cdot \frac{m_1 - m_2}{\rho_{\text{ж}}}$$

$\rho_1$

1. — " —

$\rho_2$

2. Каков объём тела?

$\rho_T$

$$V = \frac{m_1}{\rho_T} \text{ (объём вытесненной жидкости)}$$

$\rho_{\text{ж}} - ?$

$$3. \rho_{\text{ж}} = (m_1 - m_2) : \frac{m_1}{\rho_T}$$

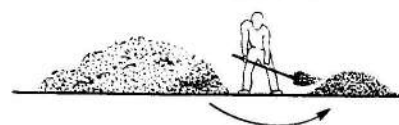
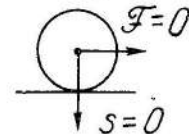
23

Работа  $\begin{cases} \text{физиологическая} \\ \text{физическая} \end{cases}$

Работа - процесс перемещения под действием силы

$$A = F \cdot s \quad \left. \begin{matrix} s=0 \\ A=0 \end{matrix} \right\} \text{Грузчик} \quad \left. \begin{matrix} F=0 \\ A=0 \end{matrix} \right\} \text{По инерции}$$

$$A = F \cdot s = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ Дж}$$



$$A_{\text{м.х}} = A_{\text{эксх}}$$

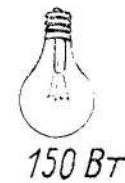
$$N = \frac{A}{t} \text{ ср.}$$

$$N = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$N = F \cdot v \text{ ср.}$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}} = 1 \text{ Вт} \text{ (Уатт)}$$

$$h = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{з}}} = \frac{R}{R_{\text{общ}}}$$

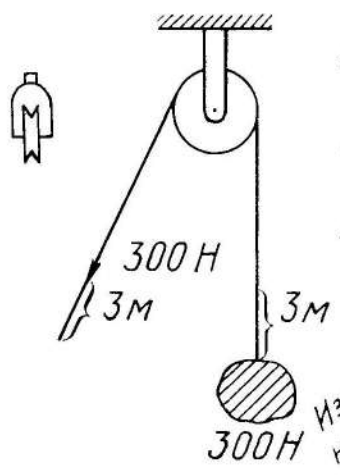


150 Вт

24

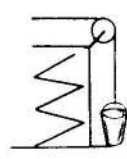
§§ 68, 69

Неподвижный



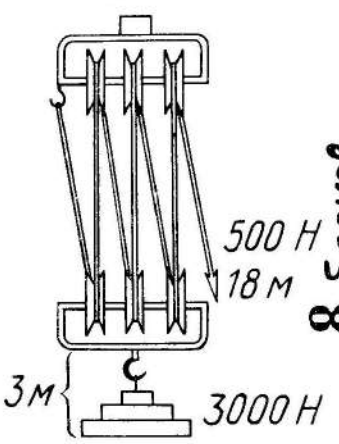
$A_3 = F_s = 300 \text{ Н} \cdot 3 \text{ м} = 900 \text{ Дж}$   
 $A_n = 300 \text{ Н} \cdot 3 \text{ м} = 900 \text{ Дж}$

Изменяет направление приложенной силы



200 Н + 800 Н

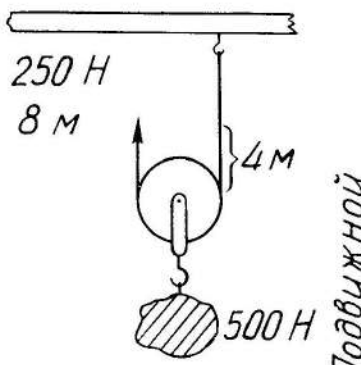
Полиспаст (тали)



500 Н  
18 м  
3000 Н  
3 м

8 блоков

Подвижной



250 Н  
8 м  
4 м  
500 Н

$A_3 = 250 \text{ Н} \cdot 8 \text{ м} = 2000 \text{ Дж}$   
 $A_n = 500 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = 2000 \text{ Дж}$

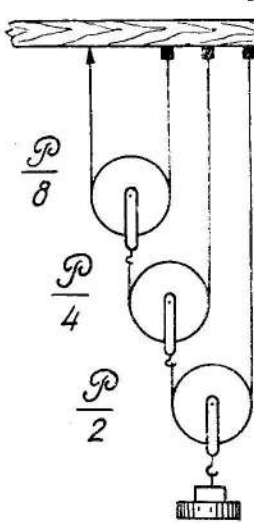
$A_3 = 500 \text{ Н} \cdot 18 \text{ м} = 9000 \text{ Дж}$   
 $A_n = 3000 \text{ Н} \cdot 3 \text{ м} = 9000 \text{ Дж}$

§§ 74, 75

25

Степенной полиспаст

$K = 2^n$



$\frac{P}{8}$   
 $\frac{P}{4}$   
 $\frac{P}{2}$

$l_1$   $l_2$   $F_1$   $F_2$

I Весы  
Весла  
Журавль

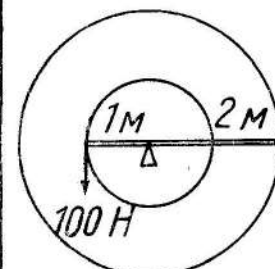
II Тачка  
Фоторезак  
Скелет

$K = \frac{l_1}{l_2}$

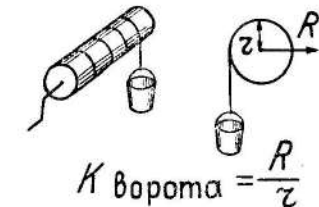
2000 Н  
300 Н

Архимед:  $\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}$


$A_3 = 2\pi \cdot 2 \text{ м} \cdot 50 \text{ Н} = 200 \pi \text{ Дж}$   
 $A_3 = 2\pi \cdot 1 \text{ м} \cdot 100 \text{ Н} = 200 \pi \text{ Дж}$



100 Н  
1 м  
2 м  
50 Н



$K_{\text{вороты}} = \frac{R}{\tau}$

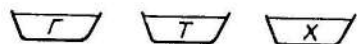


$K_{\text{лебёдки}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

§§ 70-73

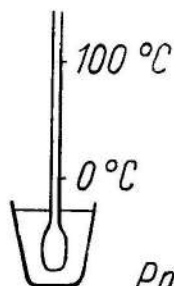
26

Мрамор ?  
Дерево ?



27

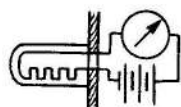
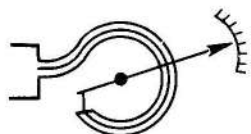
## Термометры!



1. В кипящее масло ( $\approx 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
2. Пары(?) кипящей воды  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. Тающий лёд  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

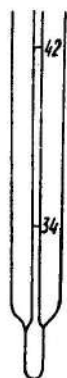
Ртуть  $t_k = +357\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $t_z = -39\text{ }^{\circ}\text{C}$

Спирт  $t_k = +78\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $t_z = -114\text{ }^{\circ}\text{C}$



$-200; +600; 0,0001\text{ }^{\circ}\text{C}$  1821г. Зеебек

Металлический. Электрический. Термоэлектрический  
Спичка - 100 км



1.  $t_{\max} = 42\text{ }^{\circ}\text{C}$  (В крови не растворяется  $\text{O}_2$ )
2.  $t_{\min} = 34\text{ }^{\circ}\text{C}$  ↓ анабиоз (медведи, барсуки)

( $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  Вдохи (16-4) Пульс (70-25)

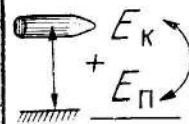
Мозг! 5-20 мин

3. Узкий канал  
(Максимальный термометр)

4.  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$   $37\text{ }^{\circ}\text{C}$   $37,1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Листок

нетрудоспособности



$E_k$  Тепловое движение  
 $+ E_p$  (лёд, роса)

$E_{\text{мех}} \rightarrow E_{\text{внутр}}$

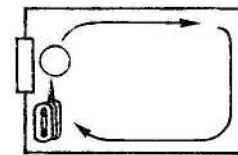
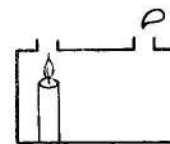
$1\text{ м}^3$  водорода 140000 Дж  
Согнуть  
Ударить  
Разрушить



Теплопередача - процесс...

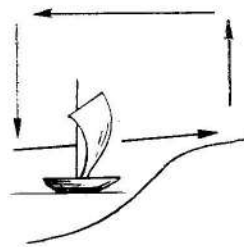
1) Эфир  
2) Эфир

## Конвекция

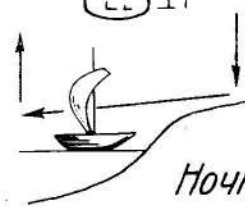


140 Н	280 Н
100 Н	200 Н
40 Н	80 Н

Попов, "Сталь и шлак"



Дневной бриз



Ночной бриз

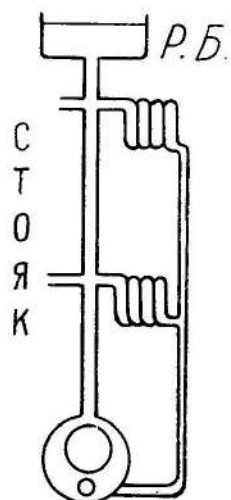
Лес-пашня  
Горы-долины  
Муссоны

§§ 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8

28



# Теплопроводность

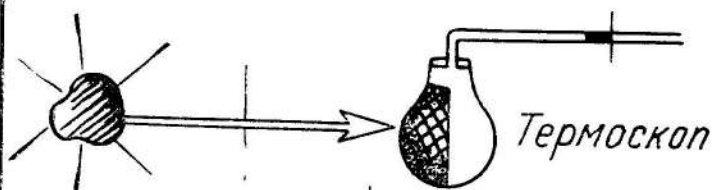


Теплопроводники Теплоизоляторы  
Металлы 1. Стекло  
(электропроводно)

2. Вода

3. Воздух

## Излучение



Костёр

Тимирязев „Дети Солнца“

Дирижабли  
Самолёты  
Спутники

Облака  
Парники  
Термос

§§ 5, 9, 10

29

Количество теплоты

ТЕПЛОЁМКОСТЬ

(всё тело)

1 кал - 1 г - 1 °C

(1-2 °C) > (31-32 °C)

c - удельная теплоёмкость

1 г - 1 °C - с Дж

т г - 1 °C - тс Дж

т г - Δt - тс Δt Дж

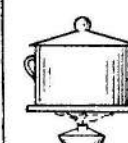
$$Q = mc \Delta t$$

$$c = \frac{Q}{m \Delta t}$$

кал / г. град  
ккал / кг. град  
Дж / кг. град

Что получает? Что отдаёт?  
 $m_{\text{ж}} m_{\text{к}} m_{\text{т}}$   
 $c_{\text{ж}} c_{\text{к}} t_{\text{т}}$   
 $t_{\text{ж-к}}$   
 $Q_{\text{ж}} Q_{\text{к}} Q_{\text{т}}$

$$m_{\text{ж}} c_{\text{ж}} (\theta - t_{\text{ж-к}}) + m_{\text{к}} c_{\text{к}} (\theta - t_{\text{ж-к}}) = m_{\text{т}} c_{\text{т}} (t_{\text{т}} - \theta)$$



3000 ккал 7000 ккал 11000 ккал

q - теплота сгорания

1 кг - q Дж

т кг - тq Дж

$$Q = m q$$

кал / кг  
ккал / кг  
Дж / кг

$$\eta = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{з}}}$$

$$= \frac{m_{\text{ж}} c_{\text{ж}} \Delta t + m_{\text{с}} c_{\text{с}} \Delta t}{m q}$$

30

§§ 11, 12, 13, 14, 15

31

Теплород (флогистон). Ньютон, Лаплас, Гей-Люссак

М.В.Л. „Размышления о тепле и стуже“

Теплота  $\Rightarrow$  энергия

Зйлер  
Вольта

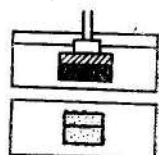
1798 г. Б. Румфорд

1802 г. Г. Деви

1824 г. С. Карно

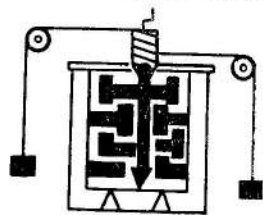
1842 г. Р. Майер  $C_p > C_v$ ?

1840 - 48 гг. Д. Джоуль



$$C_L = 0,5 \quad ?$$

$$C_B = 1$$



$$A = 2mgH \cdot n \text{ (Дж)}$$

$$Q = m_1 c_1 \Delta t + m_2 c_2 \Delta t \text{ (кал)}$$

$A \rightarrow Q$

$$4,182 \frac{\text{Дж}}{\text{кал}}$$

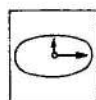
ТЕПЛО  
0,24  $\frac{\text{кал}}{\text{Дж}}$   
ЭКВИВАЛЕНТ РАБОТЫ

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 860 \text{ ккал}$$

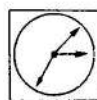


$$\frac{mv^2}{2} \text{ Дж} = \text{кал} \cdot 4,182 \frac{\text{Дж}}{\text{кал}} = mc \Delta t$$

32



Гипс



Стекло

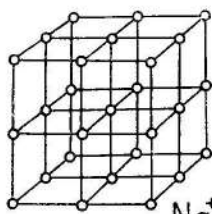
Теплопроводность  
Электропроводность  
Прочность

Вар?

Моно **кристалл**  
Поли

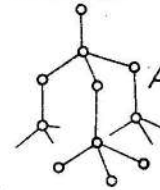
Аморфное состояние неустойчиво:

Варенье  
Стекло  
Сера  
Глицерин



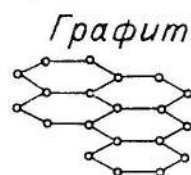
Рентген

$\text{Na}^+ \text{Cl}^-$



Полиморфизм

Алмаз



Графит

Fe мелко крупно **зернистое**

**Боразон**

Алмаз горит!

Ленингр. з-д „Ильич“

$$\sigma = \frac{F}{S} \frac{H}{\text{мм}^2} \text{ напряжение}$$

Прочность...

$[\sigma]$  - предел прочности

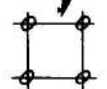
Коэффициент безопасности  $K = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\text{доп.}}}$

Сталь - 2,5

Чугун - 5

Дерево - 10

„Усики“ 15000  $\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$



Перерасход материала

Древний Рим

§§ 18, 10, 20

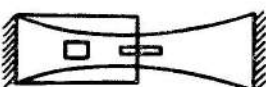
Упругость...

Пластичность...


33

Предел упругости -  $\sigma_{min}$

## Закон Гука

Растяжение  Канаты, сцепления, тросы

Сжатие  Колонны, фундаменты...

Кручение  Валы, оси...

Сдвиг  Ножницы, заклёпки, болты...

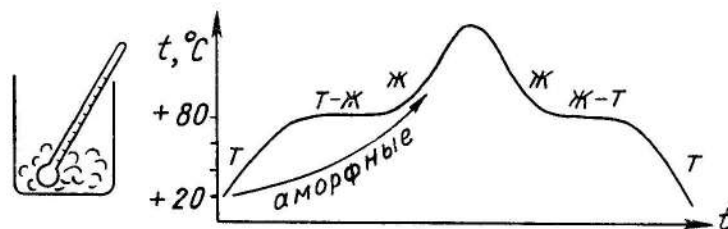
Изгиб  растяжение  
нейтральный слой  
сжатие  
Тавр, двутавр, трубы, кости

Штамповка Ковка Волочение Прокатка

 Штамп  
Матрица

 Глазок

Артёмовск  
Пластмассы! ДМЗ



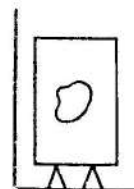
1. Кристаллические тела плавятся при определенной  $t$
2. Точки плавления различных веществ различны
3. В процессе плавления  $t$  тела не меняется (Разрушается решётка)
4. В процессе отвердевания  $t$  тела не меняется (восстанавливается решётка)
5.  $t_{пл} = t_{отв}$

$\lambda$  - удельная теплота плавления

1 г -  $\lambda$  кал  
 $m$  г -  $m\lambda$  кал

$$Q = m\lambda$$

$$\lambda = \frac{Q}{m} \quad \begin{matrix} \text{кал} \\ \text{г} \\ \text{ккал} \\ \text{кг} \\ \text{Дж} \\ \text{кг} \end{matrix}$$



$$\frac{m_{ж}}{c_{ж}} \quad \frac{m_{к}}{c_{к}} \quad m_{т} \quad Q$$

$t_{ж-к}$

$$Q_{к} + Q_{ж} = Q_{л} + Q_{в}$$

$$m_{к} c_{к} (t_{ж-к} - \theta) + m_{ж} c_{ж} (t_{ж-к} - Q) = m_{т} \cdot \lambda + m_{в} c_{в} (\theta - 0)$$

Вольфрам...

34

Вода! Чугун!



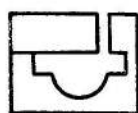
Водопровод



Усадка

Медь → масло

$H_2 \rightarrow 5 \text{ см сталь}$



Формовочное

Центробежное

Формовочная смесь

а) огнеупорна

б) пластична

в) газопроницаема



Литьё под давлением

Железо + C  $\begin{cases} \text{сталь} \\ \text{чугун} \end{cases}$

Дюраль: 94% Al + 5% Cu + 0,5% Mg + 0,5% Mn

Кольчугалюминий

$t_{\text{пл}} = 650^\circ\text{C} \dots$

Ti - металл будущего

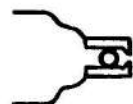
Tu-144 закрывки

2Sn + 1Pb = припой

Баббит

Сплав Вуда  $72^\circ\text{C}$ ! Зубопротезирование

35

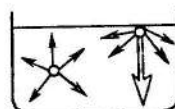


Предохранители

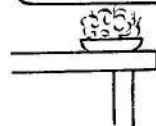
Сублимация (возгонка): лёд, нафталин,  $\text{I}_2$

Испарение - парообразование с открытой поверхности

1. Чем выше  $t$ , тем быстрее испарение
2. Чем больше движение воздуха (ветер)...
3. Чем больше  $S \dots$  (Шалыпин)
4. При испарении  $t$  жидкости понижается.  
(одеколон, термометры, после купания)



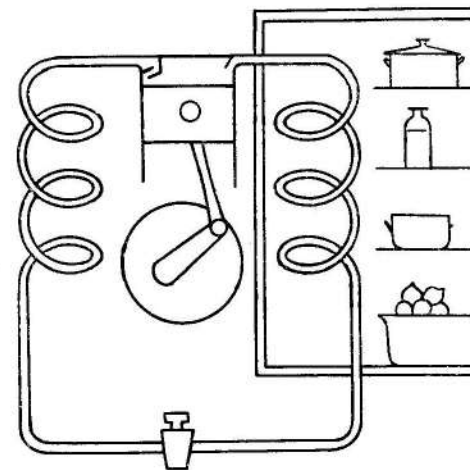
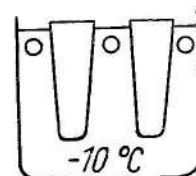
Только быстрая молекула!



Примерзает



Вагон-холодильник

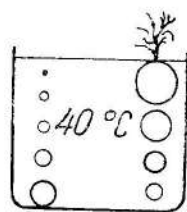


Фреон-12. Жидкий агент

Дифтордихлорметан  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$

36





Абсорбция (рыбы)

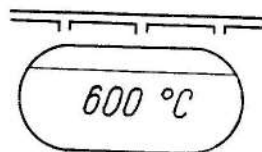
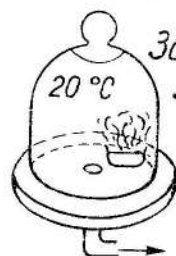
**Лопается!** + 42 °C

$$P_{\text{нас. пара}} = P_{\text{атм}}$$

Зародыш

Кипение-парообразование во всей массе жидкости

$P \uparrow \downarrow t \text{ °C} \uparrow \downarrow$  Горы - 80 °C Шахты - 104 °C (Чабаны)

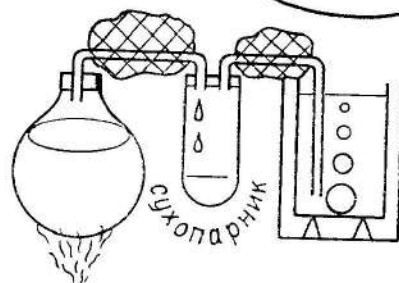


Бестопочный паровоз  
50 км, 10 вагонов

**L-удельная** (скрытая)  
теплота парообразования

1г - L кал  
тг - mL кал

$$Q = mL \quad L = \frac{Q}{m} \quad \frac{\text{кал}}{\text{г}} \quad \frac{\text{ккал}}{\text{кг}} \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$



$$\frac{m_k}{c_k} \quad \frac{m_{\text{ж}}}{c_{\text{ж}}} \quad t_{\text{жк}}$$

$m_{\text{пара}}$   
 $\theta$

$$Q_k + Q_{\text{ж}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{в}}$$

$$m_k c_k (\theta - t_{\text{жк}}) + m_{\text{ж}} c_{\text{ж}} (\theta - t_{\text{жк}}) = mL + m c_{\text{в}} (100 - \theta)$$

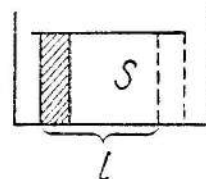
(37)

1766 г. И. И. Ползунов (шихтмейстер) 18 чел. - 8

Ломоносов ?

30 пудов

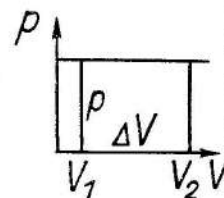
1784 г. Д. Уатт



$p = \text{const}$

$$A = F \cdot l = p \cdot S \cdot l = p \cdot \Delta V$$

$A_{\text{численно}} = S$



1824 г. С. Карно:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\eta_{\text{max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

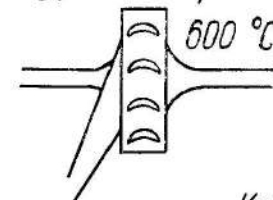
$$\frac{200 \text{ °C}}{100 \text{ °C}} \quad \eta_{\text{max}} = \frac{473 \text{ °C} - 373 \text{ °C}}{473 \text{ °C}} = 0,21 \quad \eta_{\text{max}} = 21\%$$

$\eta - ?$

Чем выше  $T_1$   
Чем ниже  $T_2$  } тем больше  $\eta$

Турбо-вихрь

Сопло:  $p \downarrow \rightarrow v \uparrow \rightarrow E_k \uparrow$



1. Компактность
2. Большая скорость вращения (ТЭЦ, корабли)
3. Большая мощность  $10^6$  кВт

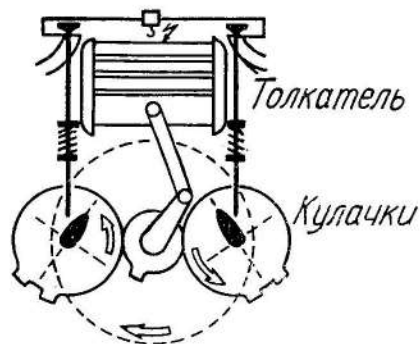
Кармановская ТЭЦ 3 600 000 кВт (Башкирия)

$$\eta = 25\%$$

4. Чистота холодильника (бани, сушилки)

Теорема о гибком вале турбины Лавалля  
(самоцентрирование)

(38)



Маслосборочное }  
Компрессионное } кольцо

6-8 ат! - преждевременное  
зажигание!

Повысить  $T_1$  - опасно  
Понизить  $T_2$  - смешно

Рудольф Дизель  
погиб в 1913г.



1. Низкооктановое топливо
2. МАЗ, ЯАЗ, КрАЗ
3. Нужен компрессор

1-2 Всасывание

2-3 Сжатие

3-4 Взрыв

3-4 Поступает, горит топливо

4-5 Рабочий ход

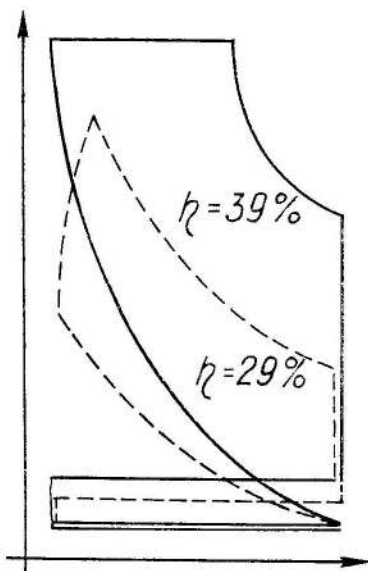
4-5 Прекратилась подача топлива

5-6 Открылся выпускной клапан

6-7 Выпуск

7-1 Открылся впускной клапан

39



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
I. Родительское собрание . . . . .	5
II. Первый урок . . . . .	6
III. Двукратное изложение нового материала . . . . .	7
IV. Работа с опорными сигналами . . . . .	8
V. Второй урок. Письменные работы и устные ответы у доски . . . . .	9
VI. Третий, четвертый, пятый и шестой уроки . . . . .	11
VII. Дешифровка некоторых опорных сигналов . . . . .	12
VIII. Листы взаимоконтроля . . . . .	27
IX. Уроки-практикумы . . . . .	32
X. Примерное планирование учебного материала . . . . .	37
XI. Первые указания к решению задач и к самостоятельным работам . . . . .	38
XII. Листы с опорными сигналами . . . . .	39

*Виктор Федорович Шаталов,  
Валентин Михайлович Шейман*

**ОПОРНЫЕ СИГНАЛЫ ПО ФИЗИКЕ  
ДЛЯ 6 КЛАССА**

Редактор *Э. А. Крагель*. Литредактор *Л. Ф. Фалинская*. Художеств. редактор *Г. И. Грибова*. Технич. редактор *А. Г. Фридман*. Корректоры *Л. П. Есипенко, Л. В. Шуминская, О. В. Иванова*.

Информ. бланк № 2115.

Сдано в набор 20.06.78. Подписано к печати 24.08.78. БФ 10360. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Способ печати высокий. Условн. лист. 5. Уч.-изд. лист. 4,69. Тираж 36 000. Изд. № 25953. Зак. № 197. Цена 15 к.

Издательство «Радянська школа» Государственного комитета Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 252053, Киев, ул. Юрия Коцюбинского, 5. Темплан 1979 г.

Областная книжная типография Днепропетровского областного управления по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 320091, Днепропетровск-91, ул. Горького, 20.

**Шаталов В. Ф., Шейман В. М.**

**Ш28    Опорные сигналы по физике для 6 класса. К.,  
Рад. школа, 1978.— 79 с., ил. ©  
15 к. 36 000 экз.**

В пособии освещены некоторые методические приемы работы по системе, разработанной учителем г. Донецка В. Ф. Шаталовым. В соответствии с программой по физике для VI класса дается комплект листов с опорными сигналами, часть из которых дешифрована. Кратко излагаются рекомендации для работы с этими материалами и листами взаимоконтроля. Предназначено для учителей физики общеобразовательной школы.

Держ. респ. б-ка  
УРСР ім. КіпрС

53(07)



