

53

0-66

P135991

СОЮДАРСТВЕННЫЙ
~МИРЯЗЕВСКИЙ~
научно-исследовательский
ИНСТИТУТ

Н. Е. ОРЛОВ

ФИЗИКА
ЕЕ ПРЕДМЕТ
И ЗНАЧЕНИЕ
ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК
1926 г.

2K



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТИМИРЯЗЕВСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
изучения и пропаганды естественно-научных основ диалек-
тического материализма

СЕРИЯ VII

„ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ ДЛЯ РАБОЧЕГО“

ВЫПУСК № 2

И. Е. Орлов

Физика и ее значение для человека

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

Вологда, 1927

И. Е. ОРЛОВ

Ф И З И К А
И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

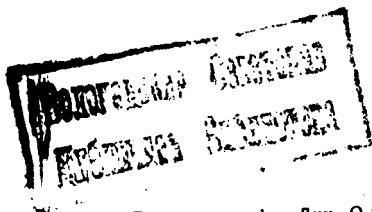
135991.

—

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

ВОЛОГДА

1927



Типо-литография Акц. О-ва «Северный Печатник».

Гублит № 1597 (Вологда)

Тираж 3000 экз.

ОТ АВТОРА.

Есть много читателей, которые несколько знакомы с физикой или по элементарным учебникам, или же по популярным книжкам. Такие читатели слышали и о паровой машине, об ее устройстве, и об атомах, и о том, что теплота есть род движения, и об электронах, и о радиации. Кое-какие сведения есть, но все они смутны, разрозненны, отчасти позабыты. Вот для таких читателей и предназначается предлагаемая брошюра. Мы не стремимся здесь пополнить сведения читателя по физике, но использовать те разрозненные и отрывочные знания, которые читатель уже имеет, свести их к единству, к некоторой системе. Мы желаем обратить внимание читателя на то основное и существенное, что заключается в физике.

Что такое физика? Что она изучает? Каковы ее средства для изучения природы? Каковы ее самые основные законы? Каковы ее цели? Какова та польза, которую она приносит человеку?—Вот те вопросы, на которые мы прежде всего желаем дать ответ.

Мы попытаемся, поскольку позволяет место, показать и первые шаги физики, и ее

новейшие успехи; раскрыть ее связь с техническими достижениями и ее влияние на научное материалистическое мировоззрение.

Если нам удастся побудить читателя к более близкому знакомству с физикой, то цель, которую ставит себе наша брошюра, будет достигнута.

Физика и ее значение для человека.

1. Изучение природы есть завоевание природы.

Было время, когда человек чувствовал себя беспомощным рабом природы и в священном ужасе склонялся перед грозными стихийными явлениями. Известно, что именно из этого чувства беспомощности человека перед природой и произошли религии. Человек находился во власти жалкого суеверия: ему казалось, что всеми явлениями природы управляют особые стихийные духи; это был первоначальный способ объяснять явления природы. Поэтому, когда человек чего-либо добивался, то он обращался с молитвой к этим стихийным духам или же произносил заклинания.

В борьбе за существование человек мог рассчитывать только на свою мускульную силу, да на силу прирученных им животных. Для того, чтобы использовать силу воды или ветра, нужно иметь знания; пока человек не имел этих знаний, он был вынужден силой своих мускулов ворочать мельничные жернова для размола муки. Избавиться от этой работы он мог только одним путем—перело-

жить ее на мускулы другого человека, пленника, обращенного в раба.

Нужны большие научно-технические знания для того, чтобы построить пароход. Нужны знания и для того, чтобы построить парусное судно с хорошей оснасткой, чтобы оно могло лавировать, т.-е. плыть по различным направлениям при том же самом ветре. Но совсем не надо знаний для того, чтобы приковать рабов к веслам галеры и подгонять их ударами бича.

Вот в какой форме древние культурные народы—египтяне, греки, римляне—обеспечивали себя механической энергией, необходимой для хозяйственной деятельности! Ни египтяне, ни греки, ни римляне не знали ветряных мельниц. Водяные мельницы были известны в форме так называемых подливных колес и имели крайне несовершенное, грубое устройство. Да и такие мельницы были распространены очень мало, так как при дешевизне рабов не было смысла делать какие-либо механические установки.

На суше ветер в те времена вовсе не работал, но и на море использование энергии ветра было крайне незначительно. Передвигаясь по рекам и морям, древние ставили паруса только в случае совершенно попутного ветра. В те времена плавали преимущественно вдоль берегов и только при свете

дня; на ночь судно вытаскивали на берег; главными двигателями были весла; поэтому рабский труд был основой мореплавания точно так же, как земледелия и мануфактуры. Но после того, как рабство укоренилось в производстве, оно стало величайшим тормозом для введения каких-либо технических улучшений и усовершенствований. Покуда война обеспечивала приток дешевых рабов, об усовершенствовании производства нечего было и думать. Значительно выгоднее было усиливать эксплуатацию рабов, сокращая их пищу и удлиняя рабочий день, чем вводить какие-либо самые простые усовершенствования. Рабство делало невозможным самое изучение природы. В эпоху рабства получила широкое развитие теоретическая философская мысль, но она вовсе не была направлена на действительное изучение природы. Досуг для занятия наукой могли иметь только люди, владевшие рабами, т.-е. господа, рабовладельцы. Поэтому все философы того времени принадлежали к классу рабовладельцев. Господствующим классам того времени питали презрение к ручному труду, который они считали уделом рабов. Это презрение к ручному труду относилось не только к ремеслу, но ко всякой физической работе, исключая гимнастические и военные упражнения. Даже научные опыты с целью изучения законов при-

роды не могли быть производимы, так как они все-таки напоминали ручной труд, который, по понятиям рабовладельцев, является весьма грязным делом, унижающим человека. По понятиям того времени, ученый не должен вовсе делать опытов; он должен погрузиться в самого себя и в своем разуме находить ответы на все вопросы. Таким путем удавалось получить некоторые ценные результаты в области математики и отчасти механики, но по физике и химии греческие ученые не пошли дальше нелепых и забавных измышлений. Эти произвольные измышления относительно химических и физических явлений без всякой проверки переписываются из одной ученой книжки в другую. Ни ученые-философы, ни организаторы производства, основанного на рабском труде, нисколько не интересуются практическими изобретениями и усовершенствованиями.

Только после того, как в Европейских странах рабство пало, появляются, наконец, ветряные мельницы и различные другие усовершенствования производства. Настоящий же расцвет научно-технического знания начинается только в новую эпоху, в так называемую эпоху Возрождения, на исходе Средних веков. Естественные науки получают сильный толчок благодаря развитию торгового капитализма, для которого науч-

ные знания являются необходимыми. Торговый капитал получает перевес над феодалами и духовенством, т.-е. над теми силами, которые были враждебны науке и тормозили ее развитие.

Естественные науки и в частности физика много помогли в ту эпоху в деле борьбы только что народившейся буржуазии с духовенством. Открытия физики освобождали человека от чувства беспомощности перед природой, они давали явлениям природы простое объяснение. Тем самым научные открытия подрывали веру в бога, а вместе с тем подрывали власть духовенства. Так, например, когда Галилей изобрел свой телескоп, то он сейчас же направил его на небо для исследования планетных миров; это значило, что он направил свой телескоп непосредственно против попов и их учения. Духовенство прекрасно понимало, что открытия Коперника, Галилея и других ученых направлены против его господства; поэтому оно видело в открытиях физики и астрономии злую „ересь“ и всячески преследовало „еретиков“ - ученых. Таким образом, естествознание сделало большое дело просвещения, освобождая умы от религиозного дурмана, от суеверий и предрассудков средневековья. Однако, естествознание не теряло также и практического характера. Так, Коперник открыл, что земля не

является центром вселенной, но движется вместе с другими планетами вокруг солнца, и этим открытием страшно напугал духовенство. Но его открытие имело также большое практическое значение для торгового капитала. В самом деле, открытие Коперника давало правильную теорию движения планет вокруг солнца; поэтому оно позволяло с большей точностью, чем раньше, предсказывать видимые движения планет по небесному своду. Таким образом, открытие Коперника способствовало составлению более точных астрономических таблиц, предсказывающих движения планет. А без этих таблиц корабли, снаряженные торговым капиталом, не могли бы бороздить океаны, не могли бы находить дорогу вдали от берегов. В бесконечной водяной пустыне нет других вех, указывающих путь, кроме луны и звезд; но звезды могут указать путь только такому мореплавателю, который знаком с астрономией и умеет пользоваться астрономическими таблицами планетных движений.

Равным образом и телескоп Галилея приносил практическую пользу: он был укреплен на сторожевой башне во Флоренции для предупреждения от набегов турецкого флота. На этих примерах мы видим, что изучение природы сейчас же приносит практические плоды и становится завоеванием природы.

Усилия науки направлены на то, чтобы завоевать природу, заставить ее служить целям человека. Но эта задача достигается только путем всестороннего исследования природы. Подчинить природу можно, только хорошо изучив ее законы. Для невежественного и поверхностного взгляда в природе много беспорядочного, случайного, происходящего как попало. В действительности же, чем больше мы знакомимся с природой, тем яснее выступает порядок, существующий в природе. Все явления протекают по строгим законам; задача науки заключается в том, чтобы докопаться до этих законов, понять, как и отчего все происходит в природе. Такое знание связано с умением использовать эти законы, и оно дает высшее могущество человеку над природой.

Наша современная физика достигла колоссальных успехов в деле исследования природы; на основе этого знания возникли те изобретения, посредством которых человек подчинил себе пар, электричество, завоевал водяную и воздушную стихию. При свете этого знания рассеивается кошмар религиозных суеверий, тяготеющий над массами, как остаток тяжелого, варварского прошлого.

Но сперва мы должны внимательно и точно уяснить себе, что такое представляет собою физика, каков ее предмет, и чему она учит.

2. Что такое физика.

Когда говорят о физике и об ее успехах, то прежде всего имеют в виду вещи, всего более поражающие воображение. Радио-передача разговора и музыкального исполнения с одного конца земного шара на другой, через моря и океаны, без каких-либо проводов; современные аэропланы, быстро и безопасно переносящие по воздуху пассажиров и многие тонны багажа на громадные расстояния; электрическое освещение, электрические двигатели, паровые машины и всякие иные двигатели, применяемые на фабриках, железных дорогах и пароходах, — вот бросающиеся в глаза примеры явлений, основанных на законах физики.

Но не следует думать, что только чудеса техники, подобные вышеуказанным, могут нам дать примеры физических явлений. Явления, основанные на точных физических законах, окружают нас буквально со всех сторон. Ветер приводит в движение крылья мельницы; падение воды приводит в движение колесо водяной мельницы; молния, мгновенно освещающая окрестность, и запаздывающий, более медленнодвигающийся гром; замерзание воды, растворение в воде соли или сахара, поднятие воды насосом, поднятие керосина в ламповом фитиле и т. д., и т. д.—во всем этом проявляются законы физики, все эти явле-

ния могут служить примером физических явлений.

Как мы видим, физические явления чрезвычайно разнообразны. Что же между всеми этими явлениями имеется общего? Что же именно в конце-концов изучает физика? Забегая вперед, мы скажем: во всех перечисленных явлениях, от наиболее поразительных и до самых простых, происходит превращение энергии из одних форм в другие. Это, понятно, требует подробных объяснений. Необходимо выяснить, что такое энергия, какие существуют различные формы энергии, и как энергия может превращаться из одних форм в другие.

В школьных учебниках по физике дается объяснение, в чем заключается различие между физическими и химическими явлениями, что изучает физика и что—химия. Там говорится, что химия изучает превращения вещества; химическое явление—это такое явление, при котором состав самого вещества изменяется. Например, сгорают дрова,—на место дерева получают газы, дым и зола. Состав вещества совершенно изменился; газы, дым и зола—это уже совсем не дерево. Гниет труп, ржавеет железо—состав вещества опять-таки существенно изменяется; следовательно, это также химические явления. А физическими явлениями называются такие явления, при

которых состав вещества не меняется. Эти определения, взятые из учебников, конечно, верны, но они недостаточны. Что же происходит, заслуживающее внимания науки, в тех явлениях, когда состав вещества не меняется? В этих случаях происходит превращение энергии, которое изучает физика.

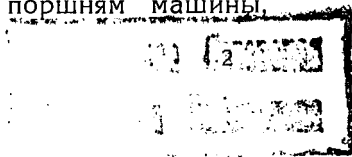
Еще правильнее будет сказать, что химия и физика различаются не тем, что химия изучает одни явления, а физика—другие. Химия и физика могут изучать одно и то же явление, но подход у них будет различный; каждая наука будет подходить со своей особой задачей и выяснять то, что ее интересует. Возьмем для примера явление горения. Как будет изучать это явление химик? Сжигая дерево или уголь, химик тщательнейшим образом соберет все газы, которые при этом выделяются, и взвесит их; точно так же он соберет и взвесит золу. Из чего и как составлено дерево, из чего состоит зола, из чего состоят газы—продукт горения?—Такие вопросы будет задавать себе химик. А физик будет интересоваться тем, сколько тепла выделяет дерево или уголь при сгорании. Физик позаботится о том, чтобы топливо вполне сгорело, чтобы горячие газы отдали все тепло измерительному прибору. Но, когда газы пламени отдадут все свое тепло, а сами охладятся, тогда физик со спокойной совестью выпустит

их в трубу, выбросит также и золу, несколько не заботясь о том, из чего они состоят.

Мы видим, что химия изучает состав и строение вещества, а для физики вещество— это только посредник, несущий на себе энергию и в надлежащих условиях ее отдающий. Дерево выросло в лесу под действием солнечных лучей; в нем находится в измененной и скрытой форме запас солнечного тепла. При сгорании этот запас тепла выделяется наружу. Для физики—это рабочее вещество; оно накопило энергию, затем ее передало; вещество выполнило свою задачу, оно отработало—оно более не нужно.

135991
Точно так же химия изучает состав воздуха. Что такое воздух, из каких газов он состоит, какой процент каждого газа имеется в воздухе? Таковы задачи химии. А физика изучает воздух, как рабочее вещество. Вес и упругость воздуха поднимают воду в насосах, поддерживают ртуть в барометрических трубках. От плотности воздуха зависит полет воздушных шаров и аэропланов. Поэтому физика изучает упругость воздуха, его вес, плотность, а вопрос о его составе предоставляет химии.

В паровозе топливо и вода—только рабочие вещества; топливо, сгорая, отдает свою энергию воде, превращая последнюю в пар; пар передает энергию поршням машины.



затем отработавшие и охлажденные вещества выбрасываются вон. В автомобильных моторах рабочим веществом служит бензин или спирт.

Но рабочее вещество необходимо. Без рабочего вещества не может происходить никакого превращения энергии. Никакая энергия не существует отдельно от вещества. Силы природы скрываются и накапливаются только в недрах вещества и передаются только через посредство вещества. Почему это так происходит? Еще раз забегаая вперед, мы скажем: наука пришла к заключению, что все силы природы в конце-концов сводятся к движению вещества и его мельчайших частиц. А теперь приступим к подробным объяснениям, поскольку нам позволяет место.

3. Движение, сила, работа.

Прежде всего мы должны познакомиться с самым основным, с самым важным видом энергии—с кинетической энергией, или энергией движения. Для этого мы должны припомнить некоторые основные, азбучные понятия из физики.

Если тело находится в покое, и на него не действует никакая сила, то оно, конечно, так и не выйдет из своего покоя, останется неподвижным. Если же тело движется, но никакая сила на него все-таки не действует,

то тело будет вечно двигаться с одинаковой скоростью по прямой линии. В этом заключается закон инерции или первый закон движения Ньютона. Этот закон открыл Галилей. Додумался Галилей до этого закона следующим образом. Он скатывал гладкие шары по наклонной плоскости, шары получали разбег и могли по другой наклонной плоскости вкатываться вверх почти до прежней высоты (в точности до прежней высоты мешало подняться трение). Галилей ставил вторую наклонную плоскость все более отлого. Шары пробежали более длинный путь, но поднимались на прежнюю высоту. Но если вторую плоскость поставить совсем горизонтально, тогда шары никак не смогут подняться на прежнюю высоту и должны двигаться вечно, если им ничто не помешает, — так рассуждал Галилей.

В этом движении по инерции мы имеем в простейшей форме закон сохранения энергии. Тело, которое движется, может дать сильный толчок другим телам, сокрушать различные препятствия на своем пути. Стало быть, движущееся тело обладает энергией. Но пока ему ничто не мешает двигаться, то оно будет весь свой запас энергии иметь при себе.

Но мы знаем, что шар, пущенный по гладкой поверхности, в конце-концов все же останавливается; брошенный камень замедляет движение и падает на землю. Это происходит

оттого, что указанным предметам мешает двигаться воздух; они рассекают воздух и тратят на это часть своего движения. Та сила, с которой воздух замедляет движение тел, называется силой трения. Кроме того, шару мешает свободно двигаться также трение о пол, на летящий камень действует сила притяжения земли. Силой мы называем все то, что двигает тело или же, наоборот, мешает ему двигаться, отклоняет его от его пути. Под действием силы притяжения земли путь брошенного камня погибает, камень описывает кривую линию и падает на землю.

Если тело не остается в покое или не движется прямолинейно и равномерно, это значит, что на него действуют какие-нибудь силы,— таков второй закон движения Ньютона.

Когда шар катится по земле, или же брошенный камень рассекает воздух, в обоих случаях сила трения замедляет движение тел. Но закон сохранения энергии при этом остается справедливым. Камень действует на воздух, толкая, рассекая его, а воздух противодействует камню. Все то движение, которое теряет камень, передается частицам воздуха, а движение частиц воздуха, как мы увидим далее, есть не что иное, как теплота. Поэтому частицы воздуха замедляют движение камня, но зато сами нагреваются. И так во всем. Если одно тело толкает другое и сообщает

ему энергию, то оно само теряет столько же энергии, сколько сообщило другому телу. При этом силы, с которыми два тела действуют друг на друга, в точности равны. Действие равно противодействию,—в этом состоит третий из знаменитых законов движения Ньютона.

Махнуть свободной рукой легче, нежели бросить камень; камень с этой же самой силой затрудняет движение руки, с какой рука его толкает вперед. Телега удерживает лошадь с той же самой силой, с какой лошадь тянет телегу.

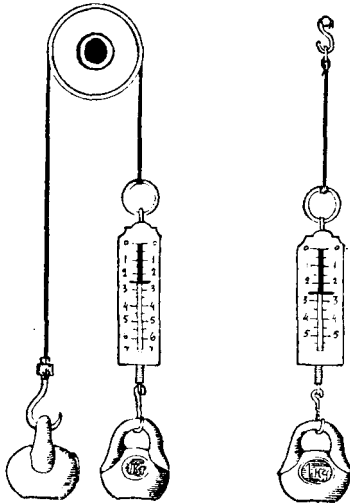


Рис. 1.

Третий закон Ньютона: действие равно противодействию.

Следующим простым опытом можно убедиться в справедливости этого закона. Возьмем пружинные весы, которые употребляются в торговле под именем безмена. Привяжем к нити этот прибор и перебросим нить через блок; чтобы прибор находился в

равновесии, к другому концу нити прикрепим маленькую тяжесть, равную весу безмена. Теперь привяжем к безмену груз, примерно 1 килограмм ($2\frac{1}{2}$ фунта), и такой же груз привяжем к другому концу нити. Безмен растягивают с двух сторон две гири по килограмму. Теперь снимем наши тяжести, снимем нить с блока и привяжем ее к гвоздю, вбитому в стену; безмен нагрузим опять одним килограммом. И в том, и в другом случае пружина растянется одинаково и покажет тот же самый вес (один килограмм). В первом случае две гири по килограмму растягивали безмен, а во втором случае другой килограмм мы заменили гвоздем, вбитым в стену; при этом гвоздь развил силу сопротивления, которая вполне заменила один килограмм. Таким образом, когда какие-либо два тела действуют друг на друга—одно тянет или толкает другое и т. п.,—то сила, с которой одно тело действует, а другое сопротивляется, всегда одна и та же. От этого и происходит, что энергия не пропадает, а передается от одного тела к другому.

Под энергией мы понимаем все то, из чего можно получить работу. Посмотрим же теперь, что именно в физике называется работой.

Мы работаем, когда колем и пилим дрова, но работаем и тогда, когда играем в футбол

или катаемся на велосипеде; работаем даже во время обеда: здесь мы работаем челюстями, а также руками, разрезывая хлеб и поднося ложку ко рту. Всякое движение, преодолевающее какие-либо препятствия, есть работа. От большой работы мы устаем; как силу, так и работу мы оцениваем приблизительно, по ощущению усталости. Но такая мера, конечно, очень несовершенна и для науки непригодна.

В физике сила точно измеряется посредством особых приборов—динамометров. В качестве простейшего динамометра может служить наш безмен. Посредством него мы можем измерять силы до 10 килограммов (25 фунтов). Обычно при помощи безмена измеряют вес различных тел. Вес—это есть сила, с которой земля притягивает тела; но при помощи безмена можно измерять и другие силы. Например, мы можем зацепить крючком безмена за детские санки с небольшим грузом и измерить силу тяги, которая необходима для того, чтобы сдвинуть санки с места по снегу. Без сомнения, двинуть санки по снегу требует значительно меньше силы, нежели поднять санки. В данном случае, двигая санки, мы измеряем в сущности силу трения, которая препятствует движению санок.

Пусть я тяну санки, при чем безмен показывает, что сила, необходимая для этого, равна

5 килограммам; я протащил их по снегу на расстояние 10 метров; это значит, что я совершил работу. Как вычислить величину работы? Для этого силу надо помножить на пройденный путь; в данном случае работа равна $10 \times 5 = 50$ килограммо-метрам. За единицу работы считается поднятие груза в один килограмм на высоту одного метра: такая единица называется килограммо-метром. Всякий двигатель, будь то человек, лошадь или машина, совершает большую или малую работу, при чем всякую работу можно точно измерить и выразить в килограммо-метрах.

Но для того, чтобы правильно оценить силу человека, лошади или машины, надо знать не только величину работы, которую выполнила наша живая или мертвая машина, но также надо знать, в какое время машина справилась со своей работой. Иными словами, для оценки двигателя надо знать, какую работу двигатель выполняет в определенное время. Число килограммо-метров работы, выполняемое двигателем в 1 секунду, называется мощностью двигателя. Мощность двигателей измеряется в так называемых „лошадиных силах“. Хорошая лошадь имеет мощность равную одной „лошадиной силе“, а мощность машин сравнивают с мощностью лошади. В начале прошлого столетия подземные шахты, в которых добывается каменный уголь, еще

не были механизированы; добытый рабочими уголь поднимался из недр земли на поверхность конной тягой. При этом было точно измерено, что хорошая лошадь в среднем передвигает в каждую секунду груз в 75 килограммов на высоту 1 метр. Поэтому мощность 75 килограммо-метров в секунду называется „лошадиной силой“. Стало-быть, если имеется двигатель в 10.000 лошадиных сил, то он в каждую секунду совершает работу в 75.000 килограммо-метров.

4. Различные формы энергии.

Пусть мы подняли тяжелую гирю на некоторую высоту. Не пропала ли затраченная нами работа? Отнюдь нет, работа не пропала, она как бы запасена в нашем поднятом теле. При помощи поднятого груза мы можем совершить, не затрачивая силы, другую работу, равную работе поднятия груза. Припомним, как заводятся дешевые стенные часы: гирька поднимается вверх, работа подъема остается запасенной в поднятой гирьке; эта работа расходуется постепенно и приводит в движение механизм часов в течение суток.

Запас работы имеется в поднятом теле не в явной и очевидной, но как бы в скрытой форме. Такой запас работы называется скрытой, или потенциальной энергией тела. Хотя эта энергия и скрыта, но она способна

производить работу не хуже всякой другой.

Можно поднятое тело заставить работать иначе, чем работает поднятая гири стальных часов. Припомним, как забивают сваи, когда строят мост или плотину. Для этого поднимают высоко тяжелый груз—запасают большое количество потенциальной энергии, затем дают грузу падать. Падая, тело лишается своей потенциальной энергии, но энергия опять не пропадает, она превращается в энергию движения, в кинетическую энергию. Чем ниже опускается тело, тем быстрее оно движется. Оно приобретает весьма большой размах и с весьма большой силой ударяет сваю и тем вгоняет ее в землю. Здесь потенциальную энергию запасают, чтобы сразу превратить ее в кинетическую, а кинетическая энергия уже совершает нужную работу.

Итак, мы видим, что энергия не теряется и не создается; она только превращается из одной формы в другую. Потенциальная энергия переходит в кинетическую и обратно. Отсюда следует, что работу из ничего получить так же невозможно, как из ничего нельзя создать материю. Любопытно было бы проследить, как люди пришли к такой мысли. Эта истина не легко досталась людям, к ней пришли после многих тяжелых разочарований, после многочисленных и упорных попыток

построить машину вечного движения. Мысль скомбинировать так блоки, рычаги, колеса и т. п., чтобы механизм из ничего создавал работу, всецело поглощала многих инженеров, стоила им бессонных ночей, потери всего имущества и даже сумасшествия. Как в химии, после того, как много столетий напрасно бились над превращением металлов в золото, пришли к понятию неразложимых и непревратимых друг в друга химических элементов, так и в физике после многих бесплодных попыток найти перпетуум-мобиле (вечный двигатель) пришли к закону сохранения энергии.

Виды энергии в общем весьма разнообразны. Теплота представляет собою один из видов энергии; затем могут быть указаны: электрическая энергия, энергия лучей, энергия химическая, т.-е. энергия, запасенная в некоторых химических веществах, и т. д. Из всех этих видов энергии можно получать механическую работу. Так, например, в паровой машине работа получается за счет тепла, которое выделяется в топке при сгорании угля, дров или нефти. В электрическом трамвае работа происходит за счет энергии тока, который, проходя через обмотку, приводит мотор во вращение. Механическая работа превращается обратно в электричество в динамомашине. Механическая работа превращается в тепло всюду, где происходит трение: тру-

щиеся части машин всегда нагреваются за счет потери движения машиной. Различные виды энергии могут превращаться не только в механическую работу, но и друг в друга. Так, электрический ток, проходя по тонкой угольной или металлической нити (в электрической лампе), потребляется, превращаясь в теплоту и свет. В гальванических элементах химическая энергия непосредственно превращается в электрический ток. Когда стреляют из пушки, то химическая энергия взрывчатого вещества превращается в кинетическую энергию, т.-е. в энергию движения снаряда.

Итак, все то, что называется энергией: энергия движения, скрытая энергия поднятого груза, тепло, энергия лучей, электрический ток и проч., — это все различные формы, в которых выражается способность различных тел к совершению механической работы. Но все эти многочисленные формы энергии могут быть сведены только к двум формам: энергии кинетической и потенциальной.

Приблизив руку к огню или нагретой печке, мы непосредственно убеждаемся в том, что огонь и печка обладают тепловой энергией. Наблюдая движущуюся машину, мы также непосредственно видим, что перед нами совершается работа. Дотронувшись до проволоки, по которой идет ток, мы также убедимся в присутствии энергии. Во всех

этих случаях мы находим энергию в явной форме.

Но вот перед нами такие тела, как динамит, нефть, уголь. Это все тела, весьма богатые энергией. За счет этой энергии можно взрывать скалы, двигать машины, поезда. Однако, непосредственно мы не можем убедиться в том, что эти тела обладают энергией: энергия заключается в них в скрытой форме, подобно тому, как она запасена в поднятом на высоту грузе. Это, следовательно, потенциальная энергия.

Всякая явная энергия представляет собой род движения и, следовательно, является не чем иным, как кинетической энергией. Уже давно доказано, что теплота есть род движения. Мы знаем, что все тела состоят из мельчайших частиц — атомов и молекул. Эти частицы не находятся в покое, но всегда движутся. Частицы в газах и жидкостях свободно меняют свои места, а частицы твердых тел колеблются взад и вперед около положения равновесия. Это движение и есть теплота. В нагретом теле движения частиц более быстры; охлаждение тела состоит в том, что движение его частиц замедляется, ослабевает. Таким образом, теплота только поверхностному взгляду кажется особой формой энергии, отличной от кинетической, а на самом деле по своей сущности тепловая энергия есть не что иное, как

энергия движения мельчайших частиц. Электрический ток точно так же зависит от движения мельчайших электрических частиц — электронов. Мы видим, стало-быть, что все явные виды энергии сводятся к энергии кинетической.

5. Сохранение и рассеяние энергии.

Мы часто упоминали о том, что энергия не уничтожается и не получается из ничего, а только превращается из одной формы в другую. Но как доказывается такой закон, и кто его доказал?

Закон сохранения материи доказал Лавуазье посредством точных весов. Точно так же и закон сохранения энергии может быть доказан только посредством тщательного измерения различных видов энергии. Пусть, например, теплота превращается в работу или наоборот. Необходимо измерить, сколько исчезло теплоты, и сколько на место исчезнувшей теплоты, получилось работы. Измерить это — значит найти механический эквивалент теплоты.

Существует особая мера для количества тепла, особая единица, называемая калорией. Одна калория равна количеству тепла, которое необходимо для нагревания одного килограмма воды на один градус Цельсия (т.-е. 100-градусного термометра). Каким образом

учитывается точно выделение или поглощение тепла, при помощи каких приборов, при каких условиях производят превращение одних форм энергии в другие,—это мы здесь оставим в стороне. Интересующийся найдет эти подробности во всяком учебнике физики.

И вот, когда стали производить эти точные опыты с превращением энергии, то нашли следующий поразительный закон: если тепло превращается в работу, то каждая калория дает 427 килограммо-метров работы. И обратно: при потере 427 килограммо-метров работы получается 1 калория теплоты. Таким образом, было вполне точно доказано, что энергия так же неуничтожима и вечна, как и материя; энергия также не исчезает, но только совершает круговорот, переходит из одной формы в другую.

История закона сохранения энергии весьма интересна. Закон сохранения энергии был открыт не одним и не двумя учеными, но несколькими людьми приблизительно в одно и то же время, независимо друг от друга. Первым открыл этот закон французский инженер С а д и К а р н о, сын Лазаря Карно, известного „организатора побед“ французской революционной армии. Открытие это не было в свое время опубликовано и осталось среди бумаг рано умершего С а д и К а р н о. Об его открытии узнали значительно позднее. Пер-

вым изложившим в печати закон сохранения энергии был немецкий врач Роберт Майер, который и признан, как автор этого закона. Всего на протяжении 3—4 лет тот же закон открыл в Дании Кольдинг, а в Англии—Джауль, при чем последний подтвердил свое открытие многочисленными точными опытами. После всех открыл тот же закон немецкий ученый Гельмгольц, который в то время был еще молодым человеком. Несмотря на это, Гельмгольц всех обстоятельнее разъяснил значение столь важного закона.

Это показывает, что научные открытия не делаются случайно. Развитием науки и техники научное открытие выдвигается на очередь; назревшая новая идея как бы носится в воздухе, и автором открытия обычно бывает не один ученый. Но, конечно, новая идея все-таки должна пробивать себе дорогу в борьбе с устарелыми привычками мысли. Так, Роберт Майер, живший в провинциальном городе, был доведен почти до сумасшествия тем, что никто не ценил и даже не понимал значения его открытия.

Вся полезная механическая работа, посредством которой приводятся в движение станки фабрик, паровозы, пароходы, получается при помощи сжигания топлива, т.-е. путем превращения химической энергии в тепловую и тепловую энергии в работу. Например, в

1910 году для нужд мировой промышленности было сожжено 60 миллиардов пудов каменного угля.

Этот каменный уголь образовался, как известно, из древесины деревьев, росших в далекую геологическую эпоху. Деревья и теперь так же, как и в прежние эпохи, служат резервуарами, накапливающими энергию солнечных лучей. Зеленый лист растения содержит вещество, называемое хлорофиллом; это вещество под действием солнечных лучей разлагает углекислый газ воздуха на углерод и кислород. При этом углерод накапливается в стволе и ветвях растений, а кислород освобождается. Солнечное тепло и свет затрачиваются на то, чтобы разложить углекислоту, вещество, бедное энергией, на два вещества, богатые химической энергией. Когда дерево сгорает, и углерод с кислородом снова соединяются и образуют углекислоту, солнечное тепло и свет, которые были накоплены деревом, снова освобождаются. Таким образом, источником всей жизни и всякой работы на земле является солнце.

Однако, если бы мы подумали, что, сжигая 60 миллиардов пудов угля, человек всю эту теплоту превратил в работу, мы бы жестоко ошиблись. В действительности из 60 миллиардов пудов угля превратилось в работу не более 4—5 миллиардов пудов угля. В самой

совершенной паровой машине превращается в работу не более 16—18% всего тепла. Остальное же тепло пропадает без пользы. Почему же это происходит?

Во-первых, существует естественная утечка тепла через стенки машины; эта утечка может достигать до 20%. Но 20% утечки это далеко еще не 80—90%; куда же девается остальное тепло? Оно просто остается в форме тепла, не превращаясь в работу.

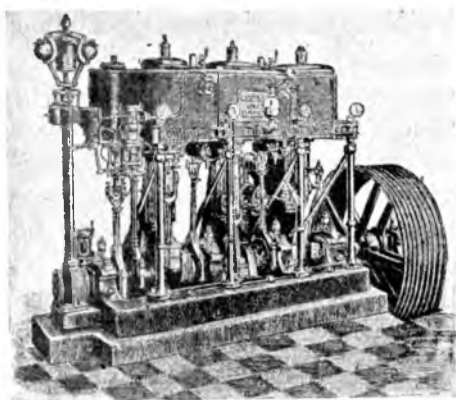
Теплота превращается в работу только тогда, когда существует разность температур, когда существует нагретое и холодное тело. Тепловая машина всегда работает между нагревателем и холодильником. Так, паровоз работает только потому, что вокруг паровика находится холодное пространство, куда можно выпускать отработавший „мятый“ пар. Если бы вокруг котла была такая же температура, как и внутри котла, то паровая машина не могла бы работать. Но воздух вокруг машины все-таки нагреет.

Теперь понятно, отчего не вся теплота превращается в работу: отработавший пар выходит из машины теплым и уносит с собой значительное количество тепла, которое пропадает без пользы.

Точно так же газы пламени, образующиеся в топке, не целиком отдают свое тепло воде

котла и уходят в трубу нагретыми, унося с собой запасы тепла.

Физика и техника вели долгую и упорную борьбу за усовершенствование паровой машины, за повышение ее так называемого коэффициента полезного действия. Коэффициентом полезного действия какого-либо дви-



Р и с. 2.
Современная паровая машина.

гателя называется тот процент энергии потребляемого топлива, который двигатель действительно использует и превращает в работу. В начале своего появления, до изобретения Джемса Уатта, паровая машина имела коэффициент полезного действия всего 0,3%. Это значит, что из 1000 пудов потребляемого

машиной топлива только энергия 3-х пудов топлива превращалась в работу, остальная энергия рассеивалась в виде тепла. Понемногу паровая машина улучшалась. Знаменитое изобретение Уатта дало скачок с 1% полезного действия до 3%. В середине прошлого столетия полезное действие повысилось до 6%; к началу XX столетия—до 15%; в настоящее время лучшие паровые машины дают полезное действие 16—18%.

Здесь техника дошла почти до предела; еще повысить полезное действие паровой машины почти невозможно. Для того, чтобы лучше использовать топливо, необходимо перейти от паровой машины к двигателям совершенно другого типа.

Миновало то время, когда паровая машина считалась чудесным достижением техники. Теперь, наоборот, инженеры и ученые физики крайне недовольны паровой машиной. В самом деле, развивающаяся грандиозная мировая промышленность требует все больше топлива, а запасы угля и нефти ограничены и начинают истощаться. В это время паровая машина буквально выбрасывает в трубу совершенно зря свыше $\frac{4}{5}$ всего потребляемого топлива.

В чем же здесь дело, и в чем основной недостаток паровой машины? Недостаток ее в том, что рабочим веществом в ней является

вода, водяной пар, который не позволяет использовать свыше 18% энергии топлива.

В какой части паровой машины происходит превращение теплоты в работу? Читатель, немного знакомый с физикой, скажет, что это превращение происходит в цилиндре. В цилиндр проводится пар из котла; здесь горячий пар расширяется, толкает поршень и, следовательно, совершает работу, а сам, вследствие этой выполненной работы, охлаждается. Вот здесь-то и лежит главная причина утечки тепловой энергии. Чем горячее пар входит в цилиндр, и чем холоднее он из цилиндра выходит, тем больше работы совершает пар, тем энергичнее он толкает поршень и двигает весь механизм паровой машины. Чтобы пар был горячее, в усовершенствованных машинах его еще нагревают после выхода из котла и доводят до 190 градусов. В цилиндре, совершая свою работу, пар охлаждается до 40 градусов. Вот, стало-быть, в каких пределах происходит спад теплоты, от которого зависит получение работы: от 190 и до 40 градусов. А ведь газы пламени имеют температуру 1500 градусов! Мы видим теперь, отчего так неэкономно работает паровая машина. В виду того, что рабочим веществом является вода, спад теплоты используется не от 1500 градусов, а в лучшем случае только от 200 градусов.

В значительно лучшем положении находятся двигатели внутреннего сгорания, посредством которых движутся автомобили, аэропланы, тракторы, боевые танки, морские пароходы и т. д. Здесь рабочим веществом служит спирт или бензин. Горючая смесь паров бензина с воздухом воспламеняется в цилиндре машины, и здесь же полученные горячие газы

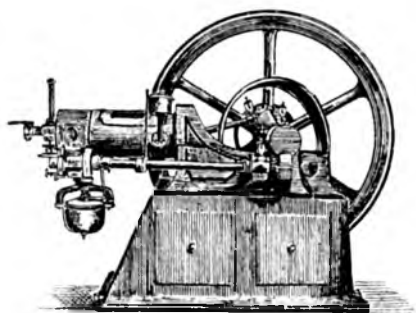


Рис. 3.
Двигатель внутреннего сгорания.

расширяются и охлаждаются, совершая свою работу. Здесь теплота, необходимая для получения работы, развивается в самом цилиндре машины. Поэтому спад тепла здесь гораздо больше, а поэтому и работа автомобильного мотора значительно экономичнее, нежели работа паровой машины. Полезное действие двигателя внутреннего сгорания достигает 28% и допускает и в дальнейшем улучшения и

усовершенствования. Препятствием к применению двигателя внутреннего сгорания на фабриках служит дороговизна рабочего вещества — бензина и нефтяных масел.

Таким образом, мы видим, что не всякий запас теплоты человек может использовать. Тепло можно использовать только тогда, когда, кроме нагревателя, имеется холодильник, и когда можно устроить так, чтобы получался спад тепла. Там же, где нет спада тепла, невозможно превратить теплоту в работу.

Например, в тропических морях, в раскаленных песках и камнях Сахары заключаются огромные количества теплоты; но это тепло не может быть использовано, так как там мы имеем только нагреватель, но не имеем холодильника.

Но и тогда, когда есть и нагреватель, и холодильник, теплота может не превращаться в работу, если нет особых необходимых для этого условий. Если, например, горит костер, то все тепло рассеивается, как тепло, и никакой работы не получается. Теплота, таким образом, только при особых условиях и только частично может переходить в работу. Наоборот, работа всегда и полностью стремится перейти в теплоту. Силы трения задерживают всякое движение, поглощают работу. Трущиеся части нагреваются за счет потери работы. Воздух, вода, земная поверхность оста-

навливают в конце-концов всякое движение превращая его в тепло.

Итак, мы в природе наблюдаем следующую картину: механическая работа полностью переходит в теплоту; теплота же только частично переходит в механическую работу. Для того, чтобы теплота могла переходить в работу, нужна большая разница между нагретыми и холодными телами. Но эта разница все уменьшается, так как нагретые тела все время передают свое тепло холодным. Таким образом, запасы полезной работы все более и более истощаются. Энергия не удерживается в работающей машине, не удерживается и в нагретом теле; она расходится во все стороны, рассеивается, пропадает без пользы. Точно так же и солнце ежедневно и ежечасно растрчивает свое тепло, посылая его во все стороны в беспредельное пространство. Это закон такой же всеобщий, как и закон сохранения энергии; называется этот закон законом рассеяния энергии.

Не противоречит ли рассеяние энергии, истощение полезной работы, закону сохранения энергии? На это можно сказать следующее: человек пользуется силами природы, называет одни вещи в природе полезными, а другие—вредными или бесполезными. Но человек науки никогда не скажет, что природа существует для его, человека, целей,

что она приспособлена для того, чтобы служить его нуждам. Если бы он стал так рассуждать, то он ничего не понял бы из того, что происходит в природе, и скатился бы до жалкого невежества всякого рода поповщины. Природе нет дела до наших интересов, поэтому, когда энергия рассеивается, выравнивается, а потому обесценивается для нас, становится менее полезной, мы не имеем права сказать, что количество энергии уменьшается.

Наконец, в бесконечной вселенной, очевидно, совершаются также процессы накопления энергии. Астрономы находят в небе не одни только потухающие светила, но также светила только разгорающиеся. Рассеяние энергии является всеобщим законом для солнца, земли и планет, но его нельзя считать законом для всей вселенной.

6. Источники энергии.

Возвратимся опять на минуту к экономике древних египтян, греков и римлян и сравним их источники энергии с той энергией, какую располагает современная промышленность. Такое сравнение ясно покажет, какое значение имеет знание законов физики и умение их использовать, дать им практическое применение.

Как было уже сказано, в древнем мире ветер и вода не выполняли или почти не

выполняли никакой полезной работы. Преимущественным источником энергии в хозяйственной деятельности была мускульная сила рабов и в меньшей степени—сила животных.

Для того, чтобы определить ценность какого-нибудь двигателя, надобно знать его мощность, а также его коэффициент полезного действия. Рассмотрим же, какими цифрами выражается механическая ценность раба,—этого источника энергии древнего хозяйства. Опытами установлено, что работа взрослого мужчины в секунду в среднем соответствует поднятию $7\frac{1}{2}$ —8 килограммов на высоту одного метра. Это значит, что мощность человека, как двигателя, равна $\frac{1}{10}$ части лошадиной силы. Коэффициент полезного действия человека довольно высок и равняется полезному действию наиболее усовершенствованных паровых машин. В самом деле, сравним ту пищу, которую человек потребляет ежедневно, ту теплоту, которую развивает в организме эта пища, и, наконец, работу, которую он выполняет. Дневная порция пищи развивает в теле человека от 3000 до 4000 калорий тепла. Припомним механический эквивалент тепла и перечислим тепло на работу. Теплота, развиваемая пищей, теоретически дала бы $1\frac{1}{2}$ миллиона килограммо-метров работы в день, если бы вся эта теплота без потери превратилась в работу. В течение 10 часов человек

может произвести работу в 290.000 килограмм-метров. Отсюда легко вычислить, что полезное действие человеческой машины, т.-е. отношение произведенной работы к потребленной энергии, составляет 19%, т.-е. равно полезному действию наиболее усовершенствованных паровых машин.

Но, конечно, рабовладельцы не предоставляли своим рабам десятичасового рабочего дня и не давали им 4.000 или хотя бы 3.000 калорий пищи. Рабовладельцы стремились увеличить полезное действие раба за счет изнашивания его организма, удлиняя до крайних пределов его рабочий день и уменьшая также до крайних пределов его дневную порцию пищи. Вопрос о снабжении хозяйства энергией сводился к вопросу, каким образом добыть дешевых рабов. Эту задачу разрешала война с более отсталыми, более варварскими племенами, которая именно и велась с целью грабежа и захвата возможно большего количества пленных. Но, как только рабовладельческое общество изнеживалось и опускалось и не могло более вести успешных наступательных войн, так сейчас же прекращался приток рабов. С прекращением притока рабов, хозяйство рабовладельческого общества лишается источника механической энергии и быстро гибнет; вместе с ним гибнет и все рабовладельческое общество с его культурой.

Такая гибель рабовладельческих государств много раз повторялась в древнем мире.

Как ничтожна, однако, та энергия, которою обладало рабовладельческое общество, по сравнению с механической энергией, какую использует современная техника! Приведем один пример. Наиболее гигантскими судами в древности были гребные суда Герона Сиракузского, которые имели 20 ярусов весел, приводимых в движение рабами. Но эти суда—игрушки по сравнению с современными. Для того, чтобы иметь ту же самую мощность, какую имеют машины современного океанского парохода, Герону Сиракузскому пришлось бы посадить на судно свыше 700.000 гребцов. Сколько бы ярусов весел ему понадобилось! Это был бы целый пловучий остров, настолько тяжелый, что совокупные усилия всех его гребцов не смогли бы сдвинуть его с места.

Таким образом, мы видим, что современная техника дает не только большую мощность двигателей, но и возможность помещать большую мощность на маленьком пространстве, а также возможность преобразовывать, смотря по надобности, быстрые движения в медленные и наоборот.

Эти технические усовершенствования в огромной степени повышают производительность труда; поэтому современный рабочий завоевывает для себя 8-часовой рабочий день,

оставляющий ему досуг для участия в общественной жизни, в классовой политической борьбе. Современный рабочий работает посредством машины, он управляет машиной. Его труд уже не чисто мускульный, но вместе с тем мозговой и нервный. Такой труд оказывается в конечном счете более напряженным, более изнуряющим; поэтому 8-часовой рабочий день является безусловно необходимым для того, чтобы избежать преждевременного изнашивания организма.

Современная гигантская мировая промышленность, использующая многие миллионы механических „лошадиных сил“, требует постоянного огромного притока энергии. Откуда берется эта энергия для питания промышленности? Как уже было сказано, эти запасы энергии извлекаются из недр земли в виде каменного угля и нефти. Но потребности мировой промышленности так колоссальны, что недра земли начинают уже истощаться. Допустим, что человек может изрыть всю землю на 2 километра глубиной и может извлечь всю нефть и весь уголь, лежащие не глубже 2-х километров. Надолго ли ему хватит этих запасов? Если мировая промышленность и дальше будет развиваться и расти так же сильно, как и в настоящее время, то всего угля хватит не более, чем на 200 лет, а всей нефти—не более, чем на 100. Значит ли это,

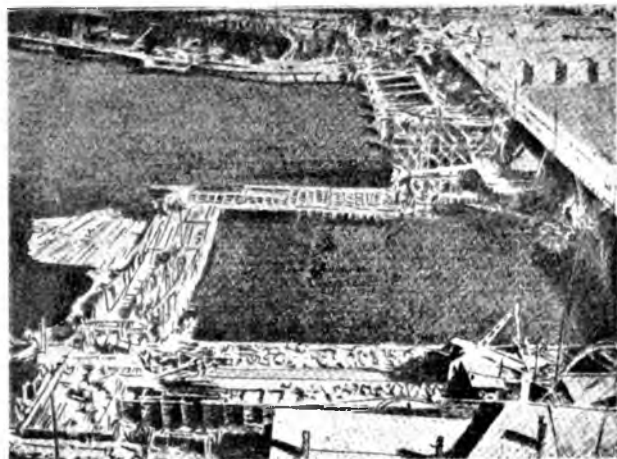
однако, что через двести лет вся наша промышленность лишится источника энергии, и наша цивилизация погибнет точно так же, как погибла цивилизация римлян, греков, египтян, ассирийцев и других, более древних рабовладельческих организаций? — Нет, ни в каком случае. Физика откроет новые источники энергии, а техника использует их на практике.

Одним из таких источников является „белый уголь“, — т.е. водопады, использование механической силы падающей воды. Падающую воду заставляют вращать большие колеса; это движение передается динамо-машинам, которые превращают механическое движение в электрическую энергию. Электрическая энергия передается по проводам туда, где есть в ней надобность, и там она может быть снова превращена в движение или же в теплоту.

В Америке, например, использована для этой цели часть Ниагарского водопада. Промышленность Соединенных Штатов получает уже от Ниагарского водопада $1\frac{1}{2}$ миллиона лошадиных сил, а всего водопад даст при полном его использовании до 5 миллионов лошадиных сил.

У нас в СССР также есть ряд частью готовых уже, частью строящихся электрических установок, использующих энергию падающей воды. Самая громадная из них — это станция

на реке Волхове, которая будет окончена в 1926 г. и будет передавать в Ленинград по проводам 80.000 лошадиных сил. Если подсчитать, каковы запасы „белого угля“ на всем земном шаре, т.-е. подсчитать, какова мощ-



Р и с. 4.

Волховстрой. Сооружение плотины на реке Волхове.

ность всех водопадов, существующих на земле, то получается, что промышленность может получить от их полного использования 440 миллионов лошадиных сил — почти $4\frac{1}{2}$ миллиарда древних рабов.

Другим источником является использование солнечного тепла и света, той энергии,

которую посылает нам солнце через космические пространства.

Мы говорили уже, что растения запасают солнечную энергию, накапливая ее в виде запасов древесины. Когда мы сжигаем древесину, мы используем эту солнечную энергию,



Рис. 5.
Солнечный мотор.

запасенную растениями. Но беда в том, что растения работают не экономно. Они запасают в лучшем случае 0,3% того тепла, которое они получают от солнца. Поэтому сжигание растений (дрова)—это энергия прошлого и отчасти настоящего, но не энергия будущего.

Значительно лучше можно использовать энергию солнца, собирая его лучи в один

фокус посредством кривых зеркал. В странах с жарким и сухим климатом ставят громадные зеркальные воронки, собирающие солнечные лучи в один фокус. В фокусе помещается котел с водой; вода при этом сильно нагревается и закипает, а пар совершает работу. Физика разрешила эту задачу—прямого использования солнечного тепла. Но техника еще не смогла ее применить вполне экономично и дать дешевый солнечный двигатель. Прямое использование солнечных лучей—это задача будущего.

7. Взаимоотношение физики и техники.

Победоносное развитие физики сделало также возможными колоссальные успехи техники: создание новых типов двигателей, новых приемов использования энергии овладение электрическими силами, завоевания воздушной стихии и проч. Но было бы неправильно думать, что задачи физики сводятся к достижению всевозможных технических усовершенствований. Физика не может ограничить себя задачей обслуживания техники, она не может ставить себе узко практические цели. Физика изучает природу, она изучает всякие явления в природе, в которых происходит превращение энергии из одной формы в другую. Нельзя заранее знать, нельзя предвидеть, какие знания понадобятся и какие не

понадобятся в будущем развивающейся мировой промышленности. Для того, чтобы быть действительно могущественной наукой, физика должна изучить всю область превращения энергии и открыть те законы, которые в ней господствуют.

Если бы физика ставила себе только узкопрактические задачи, если бы она не изучала явления природы во всей их широте, то она никогда не смогла бы достигнуть тех колоссальных практических успехов, которые мы имеем в настоящее время.

Поэтому во всех государствах существуют чисто научные лаборатории и кабинеты, где тщательно изучают явления природы, вовсе не задумываясь над тем вопросом, какую непосредственную пользу приносят эти исследования.

Государства затрачивают большие средства на такие чисто научные учреждения, потому что в конечном счете они себя стоицей окупают. Результаты этих научных исследований техника использует и применяет к усовершенствованиям в области промышленности.

Поэтому существуют также два типа ученых: исследователи, изучающие законы природы, и изобретатели, которые используют результаты работ первых и дают им практическое применение.

Когда американец Франклин начал изучать электрические явления и проделывать первые опыты, — это многим казалось простой забавой. Практичные янки спрашивали Франклина:

— Какая польза от этих занимательных явлений притяжения и отталкивания?

— А какая польза от новорожденного ребенка? — отвечал Франклин, и он был прав, так как „новорожденный ребенок“ имел колоссальное будущее.

Много времени спустя, когда уже изучение электричества стало целой наукой, физик Максвелл в результате математических исследований предсказал существование электрических волн. Другой физик — Герц обнаружил эти электрические волны на опыте. Ни Максвелл, ни Герц не помышляли ни о каких практических применениях, они только исследовали природу. Но их открытия проложили путь современной радио-передаче. Радио-телеграф и телефон не были бы возможны без работ Максвелла и Герца, открывших электрические волны, которые техника и использовала для радио-передачи.

Точно так же чисто научные работы Фарадея, который изучал явления электромагнетизма, привели к изобретению динамо-машины и электрического мотора. Таких примеров в истории науки мы можем найти сколько угодно.

Часто мы находим примеры, когда отвле-
ченные, казалось бы, вопросы находили себе
неожиданно важное практическое приме-
нение. Приведем один интересный пример. Зна-
менитый французский ученый Луи Пастер вел
чисто философский спор о невозможности
произвольного зарождения живых существ. Он
показал, что личинки организмов, вызываю-
щих гниение, не зарождаются сами собой в
мясе или бульоне, а попадают туда из воздуха.
Но результатом этого философского спора
было возникновение новой отрасли промыш-
ленности: приготовление консервов в хорошо
закрытых жестяных коробках.

8. Расширение области наших чувств. Единство сил природы.

Итак, физика изучает явления природы.
Можно ли изучать явления природы только
посредством наших органов чувств: зрения,
слуха, осязания и проч.? Наши чувства очень
грубы, несовершенны, и, конечно, мы неда-
леко бы ушли в физике, если бы вынуждены
были ограничиваться только лишь примене-
нием органов чувств. Для того, чтобы изучить
тонкие подробности в устройстве вещества,
необходимо расширить наши чувства, сделать
их более тонкими, более точными. Это все
достигается посредством изобретения научных
инструментов. Каждый инструмент, предна-

значенный для наблюдений,—весы, микроскоп, термометр и проч.,—представляет собой искусственное расширение наших органов чувств. Так, микроскоп во много раз усиливает чувствительность глаза, термометр заменяет осязательную поверхность кожи и т. д. Такие инструменты, как рычаг, винт, молоток, клин, зубчатка, токарный станок, могут быть рассматриваемы, как искусственное продолжение нашей руки. В то время, как орудия, облегчающие работу, были известны с глубокой древности, инструменты для наблюдений стали развиваться только вместе с развитием научной физики.

Каждое усовершенствование инструмента для наблюдений открывает новые тайники, которые до тех пор природа скрывала от наших чувств. В этом направлении современная физика достигла колоссальных успехов. Так, например, современный микроскоп дошел уже до предела увеличения, допускаемого природой света. Длина световой волны измеряется миллионными долями миллиметра. Понятно, что предметы, длина которых меньше длины световой волны, не могут быть видимы ни при каком увеличении. Между тем при изучении мельчайших организмов и такие увеличения оказываются недостаточными. Но физика и здесь нашла выход. Существуют более короткие волны света, чем те, которые

действуют на наш глаз; лучи света с такими волнами невидимы, но они действуют на фотографическую пластинку. Таким образом, если заменить глаз фотографической пластинкой и взять невидимые так называемые „ультрафиолетовые“ лучи, то предельную силу микроскопа можно еще увеличить.

Измерение теплоты также достигло необычайной чувствительности. Существуют приборы, которые позволяют определить колебания температуры менее одной миллионной части градуса Цельсия. Весьма чувствительны также аппараты для измерения работы. Мы знаем, что работу измеряют килограммометрами; но для малых работ существует другая единица—эрг. Эрг—очень маленькая единица работы: если мы мигнем глазом, то поднятием глазного века совершаем работу около ста эргов. Но чувствительность точных весов достигает одной стомиллионной части эрга.

Физические инструменты не ограничиваются тем, что доводят изоощренность наших чувств до поразительной степени; физика как бы создает человеку новые органы чувств. Так, лучи, открытые Рентгеном, в буквальном смысле способствуют нам проникать взором в глубину предметов.

Электрического чувства у нас вовсе нет. Но физика строит множество разнообразных чувствительнейших приборов, посредством кото-

рых мы можем изучать явления, которые вовсе недоступны нашим чувствам, как, например, электрические колебания в окружающем нас воздухе (атмосферное электричество).

При помощи такого расширения области наших чувств ученые смогли выяснить строение тел, разложить тела на атомы и атомы на электроны и при этом вполне точно измерить и сосчитать их. Атомы и молекулы чрезвычайно малы; они невидимы ни в какой микроскоп. В одном куб. сантиметре какого-либо газа находится круглым числом 27 триллионов молекул (частиц, образованных сцеплением атомов). Еще больше частиц в одном куб. сантиметре жидких и твердых тел. Возьмем бутылку воды и выльем ее куда-нибудь в реку или в ручей. Вообразим себе теперь, что вылитая вода равномерно перемешалась со всей водой на земном шаре, т.-е. со всей водой, находящейся в океанах, морях, реках, озерах и т. д. Теперь наберем опять в бутылку воды—где-нибудь в океане. Спрашивается, сколько в набранной воде молекул из числа тех, которые первоначально находились в вылитой нами воде? Оказывается, можно ожидать около двух тысяч молекул. Хотя много бутылок воды в морях и океанах, но молекул в одной бутылке в 2000 раз больше. Каковы же размеры одной молекулы? Представим себе, что план такого города, как Мо-

сква, уменьшен до размеров серебряной 20-копеечной монеты. Представим еще, что на улице Москвы брошено маковое зернышко. Если это маковое зернышко уменьшить вместе с Москвой согласно указанному масштабу, то мы и получим величину молекулы. В какой же степени физические приборы должны дополнить и заменить наши чувства для того, чтобы отдельные атомы или молекулы стали для нас заметными? И, однако, современная физика измеряет и подсчитывает атомы и молекулы многими различными способами. Размеры атомов и молекул измерены так же точно, как размеры обыкновенных кирпичей.

Дадим понятие об одном простейшем способе подсчета атомов. В 1898 г. было открыто вещество со многими поразительными свойствами — радий. Самым поразительным его свойством, ставившим в тупик ученых, было то, что он непрерывно как бы излучал из себя энергию. Дальнейшие исследования показали, что атомы радия время от времени как бы взрываются сами собою, а так как атомов чрезвычайно много, то все время происходят многочисленные взрывы атомов. При этом от атомов радия отрывается атом гелия, который, как оказалось, был в нем заключен. Атомы гелия заряжены электричеством и выбрасываются с колоссальной скоростью. Такой

летающий заряженный атом обладает значительным количеством энергии; если поставить на пути летящего атома препятствие, то он с силой ударится о него. Английский ученый Крукс построил такой прибор: он взял на острие иглы крупинку радия и поместил ее между экраном, покрытым особым веществом (сернистым цинком), и между увеличительным

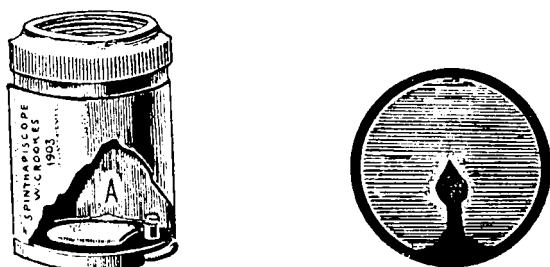


Рис. 6.
Спинтарископ Крукса.

стеклом с другой стороны. Крупинка радия все время выбрасывает атомы гелия; последние с силой ударяются об экран; при этом удар каждого атома дает вспышку, которая ясно заметна через увеличительное стекло. Если мы будем смотреть в темной комнате, то мы увидим, как все время вспыхивают и тухнут многочисленные искры. Затем прибор был видоизменен таким образом, чтобы можно было вести точный учет выбрасываемым ато-

мам. Такой способ подсчета атомов, на который я здесь мог дать только намек, а отнюдь не описание его,—только один из многих способов подсчета, при чем результаты подсчета по разным способам сходятся как нельзя лучше.

Таких примеров поразительного расширения области наших чувств благодаря инструментам мы можем найти в физике очень много. Остановимся еще на одном примере, а именно — на могуществе радио-передачи, которая позволяет слова, музыку и т. п. передавать мгновенно с одного конца земного шара на другой. В радио-журналах рассказывают случай с одним американцем, который ехал из Америки в Европу на океанском пароходе и в пути заболел. Он не захотел обращаться к пароходному врачу, а потребовал, чтобы его по радио соединили со станцией Нью-Йорка. Там его соединили по городской телефонной сети с врачом, постоянно его лечившим и знавшим его болезнь. Больной путешественник приложил микрофон к своей груди, врач его выслушал, не выходя из своего кабинета в Нью-Йорке, продиктовал рецепт, по которому больной получил лекарство в пароходной аптеке. Эта цепь приборов, служащая дополнением уха, как бы слуховые щупальцы, улавливающие малейший звук за тысячи километров, в своем роде

не менее замечательна, нежели приборы для подсчета атомов.

Но умственным взором человек проникает еще гораздо дальше в тайники природы, нежели позволяют проникнуть самые усовершенствованные инструменты. Ученые знали о существовании атомов, определили их величину и число задолго до открытия радия,— тогда, когда еще нельзя было и думать о непосредственном подсчете вспышек, производимых отдельными атомами. Позднейшие измерения только подтвердили справедливость первоначальных расчетов. Эти проникновения разума в природу вещей называются гипотезами.

Французский ученый XVIII века Фонтенелль сказал, что смысл всей философии заключается в том, что мы имеем любопытный ум и дурные глаза. Мы не видим, как устроено в мельчайших подробностях то или иное тело, но мы догадываемся о том, как оно устроено. Однако, гипотеза не есть простая догадка, гипотеза может быть проверена. Это дается не легко, путем многочисленных попыток. Всякое допущение, не оправданное опытом, не дающее совершенно точных предсказаний, беспощадно бракуется после тщательной проверки. Так продолжается до тех пор, покуда не будет найдена правильная гипотеза.

Именно таким путем были открыты тонкие подробности строения самого атома. Мы

говорили о том, как ничтожно мал атом; но оказывается, что атом представляет собой целую систему, подобную системе планет, вращающихся вокруг солнца. В атоме также есть центральное ядро и спутники (электроны), обращающиеся вокруг него с огромной быстротой.

Как высказать в немногих словах то, что открывается нашим взорам, когда мы при помощи усовершенствованных физических инструментов и гипотез проникаем в тайники природы?

Перед нами открывается единство вещества и единство всех сил природы.

В старой физике существовали различные отделы, различные главы, в которых изучались как-будто резко различные друг от друга явления. Были главы: о движении, о теплоте, о звуке, о свете, об электричестве, о магнетизме и т. д. В новой же физике существует только одна глава, которая охватывает, однако, все прежние. Эту главу можно было бы назвать так: об эфире, об электронах и об их непрерывном движении.

Все вещества состоят из атомов. Атомов различных элементов химия насчитывает свыше 80 сортов. Все тела составлены из этих 80 сортов атомов. Таким образом, все видимое бесконечное разнообразие веществ сводится к сравнительно небольшому числу хи-

мических элементов. Но все атомы химических элементов построены из одних и тех же электронов, частиц, заряженных отрицательным электричеством и вращающихся около центрального ядра, которое заряжено положительным электричеством. В результате все вещества сведены к единству; все они имеют электрическую природу.

Кроме электронов, существует эфир, тонкое вещество, заполняющее бесконечные межпланетные и междузвездные пространства. Эфир—это рабочее вещество, которое передает солнечный свет и тепло—вообще солнечную энергию—через необозримые пространства. Эфир и электроны находятся в тесной связи между собой и сообща производят все видимые явления природы.

Мы видели, что теплота не есть что-либо отличное от движения, но есть просто некоторый род движения. Между звуком и светом существует близкое сходство; как звук, так и свет представляют собой также род движения. Звук есть волнообразное движение воздуха, свет есть колебательное движение эфира. Почти все те опыты, которые проделываются с волнами звука, могут быть проделаны и с волнами света. Электрическая сила также дает волны в эфире, и эти электрические волны отличаются от световых волн только очень немногим, а именно—только

- Проф. Б. М. Козо-Полянский.** Дарвинизм или теория естественного отбора. (Схема). Ц. 75 к.
- Краеведение и школа.** Дискуссионный сборник № 2. Ц. 70 к.
- Проф. В. М. Флоринский.** Усовершенствование и вырождение человеческого рода. Ц. 1 р. 75 к.
- Ф. Н. Крашенинников.** Солнце—источник жизни. Ц. 35 к.
- И. П. Чукичев.** От молитвы к науке. Ц. 75 к.
- Диалектика в природе.** Сборник по марксистской методологии естествознания № 1. Ц. 2 р.
- О. Б. Лепешинская.** Воинствующий витализм. Ц. 40 к.
- Е. Успенский.** В какой среде протекают жизненные процессы. Ц. 20 к.
- Проф. Н. А. Иванцов.** Дарвинизм и менделизм. Ц. 60 к.
- Академик С. Г. Навашин.** Неоменделизм. Ц. 65 к.
- Его же.** Пол—фактор органической эволюции. Ц. 25 к.
- Перри.** Вращающийся волчок. Ц. 1 р.
- В. В. Левченко.** Ранние весенние явления в природе и с.-х. работы. Ц. 65 к.
- Б. Н. Плавильщиков.** Самый большой цветок. Ц. 1 р.
- Преформизм или эпигенезис?** Дискуссионный сборник № 3. Ц. 75 к.

ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ:

Проф. В. И. Лебедев. Оптика и стекло. (Опыт истории).

ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ:

Дискуссионный сборник

Рефлексология или психология?

- В. В. Первозвапский.** Микробы в технике и хозяйстве.
- Проф. Б. М. Завадовский.** О роли внутренней секреции в душевной деятельности.
- В. Р. Захаров.** О физиологических основах физкультуры.
- М. В. Волоцкой.** Достоевские (соц. характер. очерк).
- И. И. Ежиков.** Эмбриология и эволюция.
- Проф. С. С. Перов.** Поповщина в науке.
- В. П. Лебедев.** Сборник исторических опытов по физике.
-

Л. 53 г.

86

56

101

ИЗДАТЕЛЬСТВО

Акц. О-ва „СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

г. Вологда, ул. Урицкого, 2

Для телеграмм: „СЕВЕРОПЕЧАТНИК“

НОВЫЕ КНИГИ:

Н. Н. Плавильщиков. Самый большой цветок.
(Из сказок природы). Ц. 1 р.

И. П. Чукичев. Невидимые враги человека.
Ц. 75 к.

Дискуссионный сборник. Преформизм и эпигенезис. Ц. 75 к.

В. В. Алехин и Д. П. Сырейщиков. Методика полевых ботанических исследований. Ц. 80 к.

СКЛАДЫ ИЗДАНИЙ:

ВОЛОГДА: Контора Издательства «Северный Печатник», наб. р. Золотухи, 7. Тел. 3-45.

МОСКВА: Контора Акц. О-ва «Северный Печатник», Рождественка, 19/10. Тел. 5-55-73.

ЛЕНИНГРАД: Торгсектор Издательства «Прибой», Проспект 25 Октября, 52.

Ленинградское Отделение Изд-ва «Долой Неграмотность», ул. Плеханова, 8.

Цена 30 коп.

Р.

ГЛ 53 г.

65

56

86

101

ИЗДАТЕЛЬСТВО

Акц. О-ва „СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

г. Вологда, ул. Урицкого, 2

Для телеграмм: „СЕВЕРОПЕЧАТНИК“

НОВЫЕ КНИГИ:

Н. Н. Плавильщиков. Самый большой цветок.
(Из сказок природы). Ц. 1 р.

И. П. Чукичев. Невидимые враги человека.
Ц. 75 к.

Дискуссионный сборник. Преформизм и эпигенезис. Ц. 75 к.

В. В. Алехин и Д. П. Сырейчиков. Методика полевых ботанических исследований. Ц. 80 к.

СКЛАДЫ ИЗДАНИЙ:

ВОЛОГДА: Контора Издательства «Северный Печатник», наб. р. Золотухи, 7. Тел. 3-45.

МОСКВА: Контора Акц. О-ва «Северный Печатник», Рождественка, 19/10. Тел. 5-55-73.

ЛЕНИНГРАД: Торгсектор Издательства «Прибой», Проспект 25 Октября, 52.

Ленинградское Отделение Изд-ва «Долой Неграмотность», ул. Плеханова, 8.

Цена 30 коп.

Р.