

А. ТОМИЛИН, Н. ТЕРЕБИНСКАЯ ★ ДЛЯ ЧЕГО-НИЧЕГО?

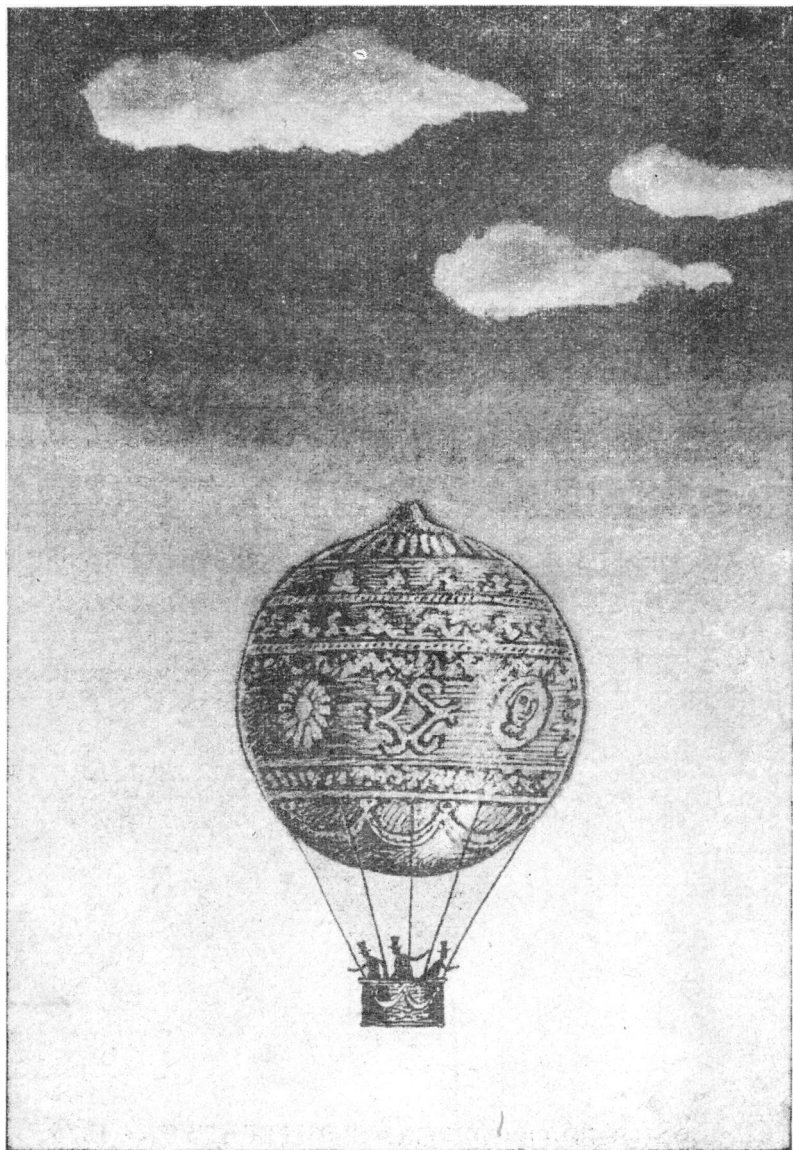
ДЛЯ ЧЕГО-НИЧЕГО?

А. ТОМИЛИН
Н. ТЕРЕБИНСКАЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»





А. ТОМИЛИН, Н. ТЕРЕБИНСКАЯ

ДЛЯ ЧЕГО НИЧЕГО?

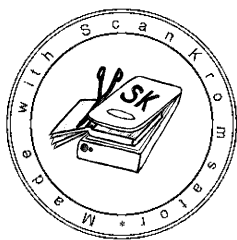
О ЧЕРКИ



ЛЕНИНГРАД «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА» 1975

Издание второе, дополненное.

Рисунки
М. Беломлинского, Е. Войшвилло, Г. Ковенчука



Scan AAW

Т $\frac{70803-177}{M101(03)-75}$ Без объявл.

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА», 1975 г.,
с изменениями.

Часть первая,

В КОТОРОЙ В ПОИСКАХ ПУСТОТЫ
ЧИТАТЕЛЬ ЗНАКОМИТСЯ С УДИВИТЕЛЬНЫМИ
СВОЙСТВАМИ
САМОГО ОБЫЧНОГО ВЕЩЕСТВА,
УЗНАЕТ, ЧТО ТАКОЕ «НИЧЕГО»,
КАКИХ ТРУДОВ СТОИЛО ОТКРЫТЬ ЕГО И
КАК ЭТО «НИЧЕГО» ВЛИЯЕТ
НА ВСЕ ЖИВОЕ





На пороге чуждого мира

Автобус, привычный красный с белым автобус остановился у края «бетонки». И все. Привычное на этом окончилось. Остальное было уже необычным.

Осмотримся. Огромное поле словно выложено бетонной чешуей. Люди, люди, а за их спинами... Вот он, исполин — чудо нашего века, заключенное в решетчатые недра пусковой башни, многоступенчатая ракета с космическим кораблем на вершине.

Люди, вышедшие из автобуса, — космонавты и их дублеры — все в одинаковых оранжевых комбинезонах, в белых шлемах из пластмассы. На шлемах, под прозрачными забралами, четыре буквы — СССР.

Закончен рапорт командира экипажа государственной комиссии. Двое в комбинезонах входят в лифт. Стыки направляющих весело постукивают: так-так, так-так, будто поздравляют смельчаков. А снизу машут руками товарищи. Ах, с какой радостью поменялись бы они сейчас местами с этими двумя, кому «повезло»... Впрочем, «повезло» — не то слово. Ведь за плечами космонавтов упорный тяжелейший труд. Целеустремленный, долгое время направленный на одну цель — полет.

Вот почему у провожающих подняты руки в приветственном салюте. Они все делают одно дело. Выход ракеты за пределы атмосферы обеспечивается одновременным трудом многих тысяч человек. И здесь в Байконуре, и у клавиатур электронно-вычислительных машин на станциях слежения и

обеспечения спасательных работ... Все волнуются, все напряжены. Кажется, спокойней всех сами космонавты.

Они уже в кабине. На упругих подушках кресел. Просушенный в люк инженер подключает скафандры к бортовой системе подачи воздуха. Гибкие шланги один за другим включаются в ожидающие их разъемы.

Кресло космонавта. Это не просто мебель, изготовленная для космического корабля. Это сложнейшая инженерная конструкция. В нем запасено все, что может понадобится космонавту: сиденье и постель, противоперегрузочное устройство и целая кладовая необходимых вещей, призванных помочь космонавту, защитить его, сохранить его жизнь, если будет угрожать опасность.

В кресле спрятан запас кислорода и вентиляционное устройство, освежающее воздух кабины. В кресле — аптечка и радиостанция.

Если понадобится катапультироваться, мощный заряд взрывчатки, уложенный в кресле, произведет взрыв — стоит космонавту дернуть за ручку красного рычага. Потом за его спиной распадется огромный шелковый купол парашюта — целый шатер, — который бережно опустит человека на землю.

А если — на воду? И это предусмотрено. Здесь в кресле хранится яркая надувная лодка с баллоном сжатого газа. Стоит космонавту коснуться воды — и лодка сама, без всякого усилия человека, наполнится воздухом, распрямится...

В наушниках гермошлемов раздаются первые слова руководителя полета. Из бункера управления он говорит: «До пуска сто пятьдесят минут. Отсчет продолжается...»

Два с половиной часа, зачем так много?

Современная космическая ракета — это сотни тысяч разных деталей! Так много, трудно себе даже представить. А если бы кто-либо задался целью пересчитать их, пришлось бы без передышки считать четверо суток.

За два с половиной часа нужно все, все проверить. Каждую деталь, каждый механизм, каждый узел.

— До пуска сто двадцать минут.

Снаряжающие на площадке лифта начали задраивать люк. Плотнo, еще плотнее, плотнее!

Зачем? Так обычно снаряжают подводную лодку, уходящую в глубинное плавание. Так проверяют иллюминаторы водолазного костюма перед спуском человека под воду. Но водолаз, подводная лодка — это понятно. Они покидают мир

солнца и воздуха, уходят в чуждую людям стихию. Герметичность им нужна, чтобы под тонкую оболочку скафандра или подводной лодки не проникла бы вода, не вытеснила бы воздух, не задушила бы человека.

Но при чем тут космонавт? Разве ракета не нацелена в самую середину голубого неба? О чем же беспокоятся инженеры, проверяя герметичность ее корпуса?

— До пуска шестьдесят минут. Снаряжающим покинуть площадки башни. Приготовиться к отводу башни.

Вой сирен предупреждает тех, кто не расслышал команды. Лифты снуют вверх-вниз, отвозя техников и инженеров. И вот гигантская сигара чуть вздрагивает и покачивается. Это огромная башня, поддерживавшая ракету на пусковом столе, медленно отошла в сторону.

— Включить подачу жидкого кислорода!

Где-то внутри массивного, как водонапорная башня, металлического корпуса возникло шипение. Это в просторные баки хлынул окислитель.

Идет самый ответственный момент снаряжения ракеты.

Топливные баки уже давно полны. Но окислитель заправляют лишь перед самым полетом. А зачем он? Зачем топливу еще окислитель? Зачем эта операция, столь усложняющая снаряжение ракеты? И не только усложняющая, но и опасная, судя по тому, как напряглись все члены службы пожарной безопасности.

В предстартовом контрольном листке продолжают вычеркивать красным карандашом все новые и новые пункты. Проверяются все подготовительные операции.

— До пуска десять секунд...

— Девять...

Все укрылись в бункерах под бронированными колпаками.

— Восемь...

На поверхности остались...

— Семь...

только внимательные глаза телевизионных камер,

— Шесть...

снабженных длиннофокусными объективами.

— Пять...

Объективы, глаза людей, все мысли...

— Четыре...

направлены туда,

— Т р и...

где на высоте почти двадцатого этажа,

— Д в е...

полностью изолированные от мира Земли,

— О д н а...

лежат в креслах двое. Они ждут.

— Н о л ь!

Просыпаются могучие двигатели. Их низкое рычание переходит в грозный звериный рев. Море огня обрушивается на раму пускового стола.

— П у с к!

— Поехали... — Последнее, такое земное и привычное, слово космонавта, покидающего родную планету.

Стальная машина мгновение будто топчется, приседая на огненных ногах, потом подпрыгивает и, перечеркнув небо красным карандашом пламени из дюз, скрывается в синеве.

В синеве воздушного океана. Так кажется нам со дна его — этого океана. А космонавту?..

Через триста секунд в бункере командного пункта руководитель полета получает его доклад:

— Последняя ступень отсечена. Корабль на орбите.

«18 марта 1965 года в 10 часов 00 минут по московскому времени в СССР на орбиту спутника Земли мощной ракетой-носителем успешно выведен космический корабль-спутник «Восход-2», на борту которого находится экипаж в составе двух человек: командир корабля — летчик-космонавт полковник Павел Иванович Беляев (1925 года рождения, 26 июня) и второй пилот — летчик-космонавт подполковник Алексей Архипович Леонов (родился 30 мая 1934 года).

Элементы орбиты корабля-спутника: период обращения вокруг Земли — 90,9 минут, высота перигея — 173 километра, высота апогея — 495 километров, наклон орбиты к плоскости экватора — около 65°...»

Это слышали мы все. И глаза всех людей были устремлены вверх, туда, где по замкнутому эллипсу совершал свой орбитальный полет очередной советский корабль.

Над крутым изгибом горизонта, отделенный от Земли голубой каймой, — черный бархат неба, усыпанный звездами.

Как же так, ракета взлетела в голубой мир, а оказалась в черном?

Что же, пришло время ответить на все заданные вопросы. Человек вышел в космос! Могучий корабль разорвал пути

земного тяготения, пробил тонкую атмосферную пленку, которую мы называем воздушным океаном, и вышел... в пустоту, в мир без воздуха.

Помните, свой рассказ мы начали сравнением космического корабля с подводной лодкой. И удивлялись, почему инженеры так беспокоятся о герметичности кабины, тщательно проверяют запас сжатого воздуха, который погружен на корабль в тяжелых желтых баллонах.

Мир без воздуха. Он так чужд человеку, как чуждо подводное царство. Даже, пожалуй, еще более чужд. И не только человеку, но и всему живому. Рыбы обитают в воде и отменно чувствуют себя на глубине десяти тысяч метров. В воде есть воздух, пусть растворенный. Но ничто живое не способно жить в безвоздушном пространстве.

Наше тело — двигатель, причем двигатель, работающий на химическом топливе с окислителем — кислородом.

Нормальный организм потребляет в сутки примерно пятьсот граммов твердого топлива, больше двух литров воды и один килограмм кислорода. Целый килограмм живительного газа, которого, как подозревают ученые, совершенно не было в атмосфере нашей планеты при ее рождении. И который появился позже, чтобы дать жизнь.

В космосе кислорода нет вовсе. Вот почему заполнялись просторные баки жидким кислородом. Во-первых, топливо горит в кислороде гораздо жарче, чем просто в воздухе. А чем выше температура пламени, тем мощнее двигатель, тем с большей скоростью летит ракета. Во-вторых, уже в верхних слоях атмосферы (не говоря даже о космическом пространстве) кислорода слишком мало, чтобы поддержать горение. Поэтому-то и приходится брать его с собой в полет. В космосе, в пустоте и человеку и двигателю необходим воздух.

И последнее — цвет неба. Земное небо — бездонная синева. Отчего же оно синее?

Это Солнце, пробиваясь сквозь толщу воздушного океана, теряет в нем свои синие и фиолетовые лучи — они рассеиваются молекулами воздуха.

Теряя синие лучи, Солнце окрашивает ими прозрачный воздух. А само при этом становится желтым-желтым. За пределами атмосферы, где нет воздуха, глубины космоса черны. Солнце же ослепительно белое, совсем не такое, каким мы знаем его на Земле.

Космос, пустота — чуждый человеку мир. Там все не так.



Рыцарь пустоты

Мысленно проникнем сразу после старта в кабину космонавтов. Здесь вертится вокруг своей оси

крошечная копия земного шара. Двигается ракета, и ее движение относительно Земли можно проследить на маленькой вращающейся модели.

В кабине иллюминатор. В начале подъема и при посадке через него видно, как бушует пламя, охватившее весь корпус ракеты. Пожар? Почти, только предусмотренный конструкторами. Ракета движется с такой скоростью, что, разогревшись от трения о воздух, горит ее защитная оболочка. Выше, выше... Постепенно пламя опадает и скоро исчезает бесследно.

Пилоту космического корабля нельзя забывать о своих обязанностях. Включаем дополнительные двигатели. Снова смотрим в иллюминатор. Вот в поле зрения кругло, как огромный каравай доброго хлеба, восходит... Земля! Планета-родина!

...Голубой шар медленно плывет на фоне колючих немигающих звезд. Такой далекий и такой родной. Поверхность его туманится. Облака, тучи — атмосфера. Тонкая пленка воздуха, удерживаемого силами притяжения.

Все дальше и дальше от Земли удаляется ракета. Сброшены уже выгоревшие ступени.

Корабль вышел на орбиту.

Пилоты не испытывают тягот полета. Они не чувствуют ни в чем недостатка. Сложная климатическая установка поддерживает в их тесном мирке воздух, пригодный для дыхания. Эта установка — как бы легкие корабля. А его уши и глаза радио- и телевизионные приборы. Как ни велико расстояние от родной планеты, космонавты связаны с теми, кто остался на Земле, кто следит за их полетом.

Пока все спокойно, забрало гермошлема откинута, и космонавты дышат воздухом кабины — маленького земного ост-

ровка. Но если возникнет необходимость — короткое движение руки, и прозрачный щиток плотно встанет на место, совершенно изолируя человека от окружающей его среды. Тогда человек начнет дышать тем воздухом, что запасен в его скафандре, существовать в том микроклимате, который создали заботливые ученые внутри его костюма.

Вот один из космонавтов медленно поднимается со своего чудесного кресла. Это Алексей Леонов. По знаку командира он сбрасывает пристяжные ремни с массивными замками. Тяжелыми на Земле, а здесь? Здесь, в кабине, нет веса. Тяготение уравновешено. Режим невесомости. Человек не ощущает неудобства от неуклюжего костюма. А ведь оранжевый комбинезон — это только чехол. Основной костюм находится под ним. Непроницаемый серебристый скафандр подобен многослойному пирогу из нейлона и металлических волокон — провов, из ткани и такого материала, что в огне не горит и в космическом холоде не ломается.

Закованный в него космонавт похож немного на средневекового рыцаря. Только сквозь рыцарские латы гуляли сквозняки, награждая насморком героя, а скафандр космонавта абсолютно герметичен.

...Медленно раскрывается люк шлюзовой камеры. Здесь все делается медленно, без резких толчков. Иначе нельзя в этом мире без тяжести — улетишь.

За люком — пустота, таинственное «ничего», которое так манит человека.

Еще мгновение — и впервые в истории человечества человек делает шаг и выйдет в космическую пустоту.

Небольшая заминка. Не так-то просто в условиях невесомости выбираться из тесного люка. Готово!

И Леонов выходит. Выходит в космос. Без самолета, без ракеты с прочными стенами. Он парит в бездонной пустоте. Его связывает с кораблем только капроновый фал.

Первый шаг в космосе. Он состоялся в 11 часов 30 минут 18 марта 1965 года. Первый посланец Земли отдаляется от своего корабля — пока на пять метров.

Леонов не просто выходит, он работает, да-да, работает в космосе, выполняет те исследования, которые намечены программой...

И только потом возвращается на корабль. Возвращается живой и невредимый.

Десять минут глаза людей всего мира были прикованы к экранам телевизоров. Все другие программы были отменены. Советский Союз транслировал космос! Человека в космосе!

Все могли видеть этот беспрецедентный подвиг науки, подвиг ученых и инженеров, подвиг техников и рабочих, вложивших ум, волю и сердце в свое творение.

Так была побеждена пустота, пустота космоса. Советский человек первым в мире преодолел барьер космоса, вторгся на территорию ее величества Пустоты!



Из атомов и пустоты

Перед тобой книжка о Пустоте. Пустота! К этому слову мы все привыкли с детства, оно не

вызывает ни у кого удивления. Пустота, пустошь, пустое место...

Пуст графин, если в нем нет воды. Пуста голова без мыслей, сердце — без чувств.

Мы въезжаем в новый дом, получаем ключи от своей квартиры, открываем двери и входим в пустые гулкие комнаты. Пустые...

Отправляясь на рыбалку, мы встаем рано утром и пустым трамваем по улицам пустого города едем на вокзал...

Радио приносит известие о первых космонавтах, прокладывающих невидимую трассу в Великой Пустоте.

Что же называть пустым?

Мы назовем бутылку из-под лимонада пустой, если в ней не осталось ни капли этого напитка. Но пуста ли она? Ведь на смену газированной воде пришел воздух, он заполнил бутылку. И все же мы говорим «пустая», потому что в ней нет того, для чего она предназначена.

Космос также называем пустым, потому что в нем нет воздуха, нет того вещества, без которого мы не мыслим жизни на Земле.

Но пусто ли на самом деле межпланетное и межзвездное пространство?

Кто и когда на памяти людей первым заговорил о том, что мировое пространство пусто?

Представлению о пустом пространстве много тысяч лет. Люди впервые услышали о пустоте от великого философа древности Демокрита.

Сын купца, Демокрит вырос в богатом торговом городе Древней Эллады — Абдеры. Как рос Демокрит, чем увлекался в юности, — мы не знаем.

Он предстает перед нами в зрелые годы, когда его высокий лоб уже избороден глубокими морщинами. Не от горя, не от забот, а от великих дум и размышлений.

Как и его отец, Демокрит разъезжает с товарами по многим странам. Не раз пересекает он море и высаживается в Египте. В стране пирамид греческий купец с выгодой продает товары и знакомится с чужими нравами и обычаями.

Египет — страна более древняя, чем Греция. В Египте хорошо, конечно, по тем временам, развиты науки — геометрия и астрономия. Без этих знаний ни поля не поделить, ни подсказать земледельцу время посевов.

Египетские жрецы сведущи в медицине. Ведь каждого фараона, и даже его кошку, а она в Египте животное священное, приходится бальзамировать. А это значит — рассекать тело, извлекать внутренности, готовить снадобья...

После Египта Демокрит спешит в Сирию, к новым людям, новым знаниям. И всюду любознательный купец не устает учиться.

Он внимательно, пристально смотрит вокруг, вбирая новые и новые впечатления. Пройдут годы, и, пресыщенный виденным, на склоне лет, если верить легенде, Демокрит прикажет выколоть себе глаза, чтобы они не мешали ему сосредоточиться, не отвлекали бы его мыслей. Все увиденное надо обдумать, все услышанное — понять.

Но это позже. Пока же греческий купец-мыслитель подолгу беседует с египетскими жрецами, с персидскими магами, с халдеями из Вавилона, с ассирийскими астрологами.

И никто, ни один мудрец не дает ответа на вопросы, которые занимают Демокрита: «Как устроен мир? Из чего состоит все живущее, движущееся и лежащее под солнцем?»

Взгляни пристально — и ты увидишь много чудесного, если только ты умеешь видеть и удивляться. Ведь и сегодня наблюдательный и вдумчивый человек непременно удивится и необычной форме зеленого листа или причудливой расцветке камешка на дороге, и блеску лунной дорожки на воде или алым краскам заката. Удивится и подумает: «Отчего бы это?» Удивится, хотя нынешний человек привык и к запуску ракет и к работе атомного реактора. Удивится, хотя сам умеет получать из газа вещества, которых не создавала природа, и может из Москвы говорить с Нью-Йорком или Сиднеем и даже видеть своего собеседника.

Наблюдательный, пытливый человек всегда находит вокруг себя удивительное и интересное, и потому мир его всегда богаче и содержательнее, нежели у человека равнодушного.

Любил Демокрит смотреть на работу каменотесов. Под ударами их молотов глыбы камня распадались на тысячи осколков. И Демокрит подбирал их. Рабы-каменотесы удивлялись: человек в тоге свободного гражданина собирает щебень, дробит его в песок, в пыль, а пыль сдувает с ладони. Зачем? А человек этот думал: «Разве не может быть, что все существующее измельчено до таких частиц, как эта пыль? Может! Но если попробовать пылинку раздробить еще, а потом еще, не наступит ли миг, когда частица станет настолько малой, что дальше ее разделить просто не удастся? Не станет ли она тогда неделимой?»

Эта мысль представлялась плодотворной и правильной. И Демокрит рассуждал дальше: «Не следует ли считать, что и все, что окружает нас, да и мы сами, состоит из таких неделимых крохотных частиц, которые можно назвать атомами, то есть неделимыми? Но что же между ними, между этими невидимыми атомами? Скорее всего, ничего, пустота».

И философ высказывает великолепную материалистическую идею: «Ничего не существует, кроме атомов и пустого пространства; все же прочее есть мнение».

Вывод Демокрита нам представляется очень смелым. Ведь здравый смысл подсказывал древним мыслителям иное: мир

состоит из элементов — воды и земли, воздуха и огня. А разве можно найти разрывы — пустоту — хотя бы в воде или огне? А в воздухе? Никто никогда не видел ее, не наблюдал. Значит, Вселенная заполнена. Значит, элементы сплошные.

Демокрит же восстает против таких понятных и привычных истин. Не восстает ли он против богов, которые сотворили мир таким?

Ведь в греческой мифологии невероятно много небожителей. Все они, согласно легендам, жили на вершине горы Олимп. Ссорились, враждовали друг с другом, вмешивались в дела людей, чтобы не оставаться без работы. Об этом заботилась еще более многочисленная армия жрецов — богослужителей.

И вдруг — Демокрит с его учением! Оно не оставляло богам места, даже щелки... Боги, если верить словам Демокрита, не больше чем «мнение». «Кошунство!» — негодовали жрецы. И требовали предать забвению труды вольнодумца.

Когда через несколько веков языческие верования греков уступили место христианству, то и христианские попы возненавидели учение великого мыслителя. И до сего дня жрецы, попы и монахи всех мастей при одном имени Демокрита приходят в ярость.

Много было приверженцев учения Демокрита. Но еще больше врагов. Во все времена, во все века.



А существует ли пустота?

Шли годы. Появились учения других философов, с иными воззрениями. А вопрос о пустоте так

и оставался нерешенным, недоказанным.

Лет через сто, в 347 году до нашей эры, недалеко от Афин

в общественном здании Ликее открылась школа философа Аристотеля.

Каждое утро по тенистым дорожкам сада, окружавшего Ликей, прогуливался невысокий сгорбленный человек в сопровождении молодых людей — Аристотель с учениками. Невзрачный, шепелявый, вдобавок заика — чем привлекал он людей? Силой ума!

Около двадцати лет Аристотель провел в Академии великого философа Платона — своего учителя и друга. И все же многолетняя дружба порвалась — Аристотель отверг учение своего наставника. Слова «Платон мне друг, но истина дороже» стали девизом принципиальности.

Несколько лет Аристотель был воспитателем юного Александра Македонского — будущего великого полководца, основателя великой военной империи. Блестящий логик, внимательный наблюдатель и широко образованный человек, Аристотель давал оценку любому явлению природы и жизни человека. Послушать его съезжались люди со всех концов Древней Греции. Спорить с ним решались лишь немногие. Его критика была логична, разоблачения убедительны и беспощадны. Резкий насмешливый голос философа не оставлял камня на камне от доводов противника.

Разрозненные научные сведения своего времени Аристотель расположил в стройную систему, логически увязывая их друг с другом. Он воздерживался высказывать мысли, которые могли бы вызвать возмущение или протест собеседников. Аристотель объяснял мир таким, каким его знали современники, и не пытался подтвердить свои наблюдения опытами, не нуждался в сложных приборах или математических расчетах. Не нужно было даже особенно напрягать разум и искать внутренний смысл в его построениях. Все рассуждения строились на том, что всем было давно известно, плюс здравый смысл.

Подобно своим предшественникам, Аристотель учил, что мир состоит из четырех связанных между собой элементов: огня, воздуха, воды и земли. Правда, для высших областей Вселенной он добавил еще пятый элемент, квинтэссенцию — эфир. При этом огонь горел в земле, «Земля помещалась в воде, вода — в воздухе, воздух — в эфире, эфир — в небе. А небо уже ни в чем другом». Так учил Аристотель.

Мир, по мнению Аристотеля, всегда был таким, каким его видят сейчас.

Формула его объяснения была неколебимой. «Почему камень падает вниз, а пар стремится улететь вверх?» — спрашивали его ученики. «Потому что каждая вещь в мире имеет свое место и, сдвинутая или смещенная в сторону, стремится его занять вновь и вновь!»

«Почему камень тяжелый, а пух легкий?» — допытывались ученики. В ответ получали глубокомысленное утверждение: «Потому что такова их природа». Попробуйте поспорить с этим. Птицы летают по воздуху, в том их природа. Рыбы плавают в воде, для того они предназначены. Все подчинено наперед заданной определенной цели. Как опасна такая концепция для науки! Так можно объяснить все что угодно, стоит лишь найти подходящую цель для каждого явления. А вместо исследования заявить: «Такова уж его природа».

В чем заключается причина движения? Оно возможно, отвечал Аристотель, до тех пор, пока к телу прикладывается сила. Например: пока лошадь тянет подвод — она движется.

Ну а камень, брошенный рукой, или стрела, пущенная из лука? Ведь в полете к ним никакая сила не прилагается? Задача не из простых. Аристотель решил ее так: движущая сила тут — воздух. Камень и стрела рассекают его, и он с силой сходит за ними, толкая летящие предметы вперед. Но если для движения необходим воздух, а движется все, включая планеты и звезды, значит, весь мир заполнен воздухом. И следовательно, пустота невозможна. В пустоте не может осуществляться движение.

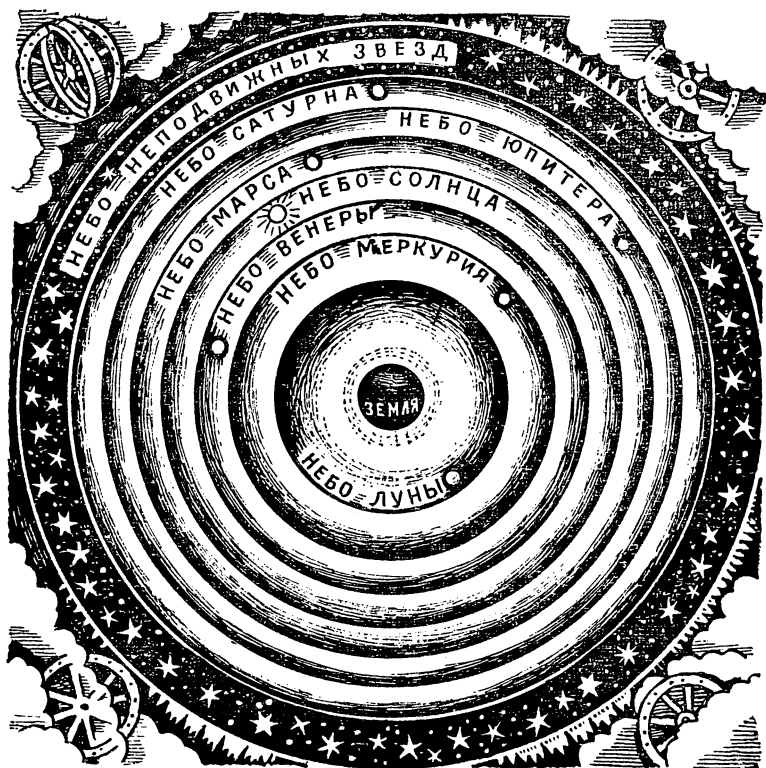
Вот какое получилось доказательство. Опровергнуть его никому даже в голову не приходило.

Более того, наблюдая, как всасывается жидкость в сосуд, из которого вытянут воздух, Аристотель пришел к еще более категорическому выводу: «Природа боится пустоты».

Интересно, что в конце концов это в корне неправильное утверждение привело к изобретению всасывающего насоса...

Но об этом расскажем позже.

Примерно около 100 года до нашей эры в городе Александрии жил одаренный математик и механик по имени Герон. Современники восхищались его умением соединять теорию с практикой и со страхом разглядывали удивительные машины, которыми был заполнен дом ученого. Чтобы не дать повода соотечественникам обвинить его в магии — колдуны никогда не пользовались любовью окружающих, — Герон в книгах описывал действие своих приборов.



По Аристотелю, система мира напоминала капустный кочан. В центре — кочерыжка, Земля, а вокруг — сферы планет, как листья: плотно, плотно одна на другой.

Александрийского ученого весьма занимал вопрос о пустоте. «...Одни утверждают, что пустоты вообще не существуют; другие же полагают, что пустота не может образовывать целых пространств, но что она может заключаться в промежутках между частицами воздуха, воды огня и других тел» — так писал он в своем трактате «Пневматика». Много опытов проделал Герон, прежде чем пришел к такому выводу: все тела, включая и элементы, из которых состоит мир, пористы. Поры — это маленькие пустоты, через них проникает в тела свет и теплота. У одних тел поры побольше, у дру-

гих — поменьше. Эта гипотеза помогла философу объяснить сжатие и расширение тел. Поры уменьшаются при сжатии, увеличиваются при расширении, оставляя частицы тела неизменными.

Вот как, например, Герон объяснил действие сифона.

Что такое сифон? Изогнутая трубка, одним концом опущенная в сосуд с водой. Стоит высосать ртом воздух из свободного конца трубки, как его место тут же займет вода. Оторвемся от трубки. Казалось бы, вода в обоих коленях сифона должна стекать вниз. Но тогда в его верхней части образуется пустота. Но ведь это невозможно, и вода, полившаяся из отверстия трубки, потянет за собой и воду из сосуда. При этом свободный конец сифона должен быть ниже погруженного.

В книге Герона Александрийского семьдесят шесть отделов, и в каждом описаны приборы. Большинство этих механизмов кажутся нам игрушками. А у современников Герона эти приборы вызвали почтительное изумление. Первыми, кто по достоинству оценил эти конструкции, были жрецы — новинки техники сгодились для производства чудес в храмах.

В дни празднеств в александрийских храмах, когда на алтаре вспыхивал огонь, чтобы сжечь приносимые богам жертвы, жрецы распахивали двери храма — и начиналось торжественное богослужение.

И каково же было удивление собравшихся в храме, когда двери сами собой раскрывались, едва разгорался огонь на алтаре. Никто и не догадывался, что это вовсе не чудо, а работа одного из автоматов Герона, в котором была использована движущая сила тепла в сочетании с гидравлическим устройством.

Нынче таким чудом никого не удивишь. Открываются же автоматически двери автобусов, троллейбусов, трамваев. В метро, наоборот, автомат закрывает вход, если пассажир-«заяц» забыл «задобрить» его пяточком.

Сотраждане Герона жили тысячу лет тому назад и отнюдь не были искушены в вопросах техники. В трудах же Герона и других древнегреческих механиков заключено уже так много знаний, что они вполне смогли бы привести к промышленной революции. Но этого не случилось. Расцвет эллинистической науки сменился периодом глубокого застоя научной мысли. Понадобились века, чтобы люди вспомнили достижения древних и развили их.



Сомнение,

впервые высказанное вслух

Прекрасна Флоренция — жемчужина Тосканского государства. Прекрасна архитектурой, своими

прямоугольными кварталами, величественными зданиями и дворцами. Но еще более прекрасна людьми — художниками и учеными. В веках остались имена гениальных флорентийцев Данте и Леонардо да Винчи, Микеланджело и Галилея. Их имена упрочили славу города. И пока не потускнеет Солнце и на планете, по имени Земля, останется хоть один человек, он будет знать о бессмертном городе.

Шел 1638 год. Герцог Тосканский задумал украсить сады Флоренции фонтанами. Во-первых, это принесет славу самому герцогу, а во-вторых, прохладные струи оживят зелень садов...

Во Флоренцию приезжает архитектор. С сомнением смотрит он на высокие холмы, на которых раскинулись сады Боболи. Ведь воду для фонтанов придется поднимать из низины, где, стиснутая берегами, течет быстроводная Арно — река, разделяющая город на равные части. Высоко... Но желание владетельного синьора — закон. И скоро сотня рабочих, вооруженных кирками, рассыпалась по садовым склонам. Строительство началось.

Еще со времен Архимеда умели люди строить водяные насосы. Просто в воду одним концом опускалась труба с клапаном. Посредине трубы ходил поршень. Он и поднимал воду.

Люди не очень-то задавались вопросом, почему работает такой насос. А если бы и задумались, то ответ лежал рядом, стоило открыть «Физику» Аристотеля: «природа боится пустоты».

Значит, когда поршень поднимается от поверхности воды в реке, он оставляет за собой пустое пространство. Чтобы не допустить этого, вода послушно движется вслед за поршнем.

И вот трубы проложены, фонтаны из белого мрамора воздвигнуты, насос сооружен. Остается подать воду.

В торжественный день на пуск фонтанов съезжается много именитых гостей.

Герцог делает знак архитектору, и тот приказывает рабочим налечь на рукоятки насосов.

Вода вливается в трубы. Слышно, как она журчит, поднимаясь все выше и выше. Еще мгновение — и прозрачно-серебряные струи ударят вверх, рассекая ярко-голубое небо.

Но проходит пять, десять минут — фонтаны не бьют. Проходят еще томительные минуты ожидания.

Гости переглядываются. Архитектор нервничает, он видит, как грозно сдвинулись брови герцога. Рабочие у насосов выбиваются из сил...

На восемнадцать локтей (почти на десять метров) от уровня реки поднялась вода и отказалась двинуться дальше.

«Почему?» — спрашивает герцог. «Почему?» — задает этот же вопрос архитектор колодезникам. И никто не может дать ответа.

К кому обратиться за помощью?

Только один человек мог бы помочь советом. Этот человек — Галилей. Правда, ученый в опале. Живет за городом, в уединенной вилле. Но слишком волнующа загадка.

И вот по пыльной дороге скачет гонец к Галилею.

Ученый задумывается. Потом отвечает на вопрос вопросом: «Может быть, природа боится пустоты только до высоты восемнадцати локтей?»

Не удивляйтесь ответу Галилея. Он совсем не так уклончив, этот ответ. Нет! Это первая в истории науки попытка подвергнуть сомнению великую аристотелевскую догму. Не отвергнуть, а именно подвергнуть сомнению. И главное, не побояться высказать свои сомнения вслух. И это после всего того, что выпало на долю ученого в застенках «всемилощивейшей» церкви.

Слепой, измученный преследованием иезуитов, великий мыслитель живет одиноко под неусыпным наблюдением двух «псов господних» — монахов, поселившихся в его вилле. Не может Галилей во всеуслышание заявить о своих сомнениях.

И все-таки... По утрам, когда нежаркое солнце лишь согревает землю и вливает бодрость в душу, Галилей запирает-

НАСОС ТОЙ ЭПОХИ

ФОНТАН

ТРУБОПРОВОД

*Выше, выше... выше...
«Бесстрашная вода» боялась
пустоты только до высоты в
десять метров.*

10,3 метра (32 фута)

ОЗЕРО

ся в библиотеке наедине с мальчиком-писцом и диктует, диктует...

В 1638 году из-под руки писца выходит сочинение ученого под названием «Спротивление образованию пустоты». Это новая часть знаменитого труда Галилея — «Бесед». В ней, основываясь на случае с фонтанами герцога и на своих опытах, Галилей утверждает, что «боязнь пустоты» не беспредельна.

Прав Галилей или ошибается, может решить только опыт. Наглядный и убедительный. Но сам Галилей не в силах сделать этот последний решительный шаг.

«Кто же отважится? — с тревогой думает Галилей. — Кто не убоится?»

Кроме двух невежественных иезуитов и юного ученика — писца, возле Галилея нет ни друга, ни помощника...

Правда, до престарелого ученого дошли слухи о молодом Эванджелисте

Торричелли, талантливым и смелом ученом из Рима. Но Рим слишком далеко.

Если бы Галилей мог познакомиться и побеседовать с Торричелли...



И простая истина

требуется доказательств

В книгах, посвященных истории физики, вы найдете портрет Торричелли: высокий лоб и задумчивый, несколько печальный взгляд больших глаз выдают в нем человека, который много времени проводит в размышлениях. А мягкие очертания губ и зазорные усики с короткой бородкой, эспаньолкой, — человека, не чуждого юмора, остроумного и красноречивого.

Таким и был выпускник иезуитского колледжа Эванджеллиста Торричелли.

Осенью 1641 года тридцатитрехлетний ученый прибыл на виллу Арчетри и был представлен Галилею. Старый ученый не ошибся, перед ним был достойный преемник. Как губка, впитывает Торричелли мудрые заветы. Галилей почти не вставал, речь его доносилась так тихо, что молодому ученому приходилось порой наклоняться к исхудалому лицу учителя. Но какая титаническая ясность ума была заключена в истерзанном болезнью старце!

Пролетели три месяца. И восьмого января, через неделю после Нового года, Галилея не стало.

Галилей умер. Что еще могло удержать Торричелли во Флоренции? Он собирается вернуться в Рим. И вдруг — конец от герцога. Грозный Фердинанд Медичи желает видеть ученика Галилея. Во дворце Торричелли ждет неожиданность: герцог предлагает ему место придворного математика и профессора. Должность, которую столько лет с таким блес-

ком занимал Галилей. Это ли не удача? Молодой ученый соглашается.

Проходит немного времени, и Торричелли заслуживает всеобщую любовь — его лекции столь изящны по форме и интересны по содержанию!

В одной из бесед заходит разговор о легкости и о тяжести тел. «Что считать легким, что тяжелым?» Никто, собственно, и не сомневается. О чем тут думать? Сторонники Аристотелева учения готовы ответить: «Пар легкий, легок огонь, дым, потому что они рвутся кверху. А тяжелы камни, дерево, металлы».

Тогда в разговор вступает Торричелли. «Представим себе, — предлагает он слушателям, — что в глубине океана нериды открыли и свою академию. И, чтобы составить курс философии, стали излагать догмы физики так, как это делаем мы...»

Дальше ученый без труда доказывает, что для легкомысленных нимф — жительниц подводного мира — понятия легкости и тяжести иные, чем для людей. Действительно, земля, камни и металлы будут по-прежнему опускаться на дно, то есть будут относиться к телам тяжелым, ну, а воздух? Воск? Дерево?.. Они поднимутся вверх. Значит, они легки?

А если бы мысль написать трактат о тяжести пришла в голову обитателю океана ртути? Тогда лишь одно золото относилось бы к телам тяжелым. Ибо только этот благородный металл тонет в ртути. Все остальное пришлось бы на дне держать на привязи, чтобы оно не устремлялось вверх... Для саламандр же — обитательниц огня — все тела вообще, включая и воздух, оказались бы тяжелыми.

Так, занимательно, остроумно привлекая на помощь мифологию, Торричелли исподволь выступает как противник аристотелевских догм.

Своеобразие взглядов молодого профессора проявилось особенно ярко, когда он высказал свое мнение о загадке герцогских фонтанов. Почему они не действовали?

— Прежде всего вода поднимается вслед за поршнем вовсе не потому, что «природа боится пустоты», — прозвучал голос Торричелли. Все насторожились. — Просто воду гонит в насос давление, которое оказывает воздух на поверхность реки. В трубе же насоса, под поршнем, воздуха нет, поэтому вода входит в нее до тех пор, пока вес водяного столба в трубе насоса не уравнивает наружное давление воздуха.

Вот куда привели изощренные рассуждения профессора Торричелли! Священники сразу учуяли, что запахло ересью. Этак можно договориться и до того, что Аристотель не прав. Это подкоп под самый фундамент церкви. И, забыв, что в священном писании ни слова не говорится об опыте, об эксперименте, а предлагается все принимать на веру, святые отцы дружно потребовали доказательств.

Доказательств! Доказательств! Доказательств! Это понимал и сам Торричелли. Нужно найти и показать такой опыт, чтобы после него даже у маловера не осталось бы ни капли сомнения.

И Торричелли находит его.



И вот доказательство!

Решающий опыт должен прежде всего походить на работу строителей фонтанов, размышляет Торричелли. У них вода остановилась на высоте десяти метров. Столб именно такой высоты уравнивал давление воздуха на поверхность воды в реке Арно. Ну, а если взять жидкость более тяжелую? Например, ртуть? Жидкий серебристый металл хорошо был известен ученым прошлых лет. Разве несколько поколений алхимиков не пытались безуспешно превратить его в золото? Ртуть в тринадцать с половиной раз тяжелее воды; и столб ее, который уравнивает тяжесть воздуха, должен быть в тринадцать с половиной раз короче...

В голове Торричелли созревает план. Он призывает Вивiani, юного ученика Галилея, с которым познакомился у лежа умирающего учителя, и поручает ему провести опыт.

Он несложен: налить ртуть в чашу и в узкую стеклянную трубку длиною в один метр, запаянную с одного конца. Отверстие наполненной металлом трубки прикрыть пальцем, пе-

ревернуть и, не отнимая пальца, погрузить конец трубки в ртуть, налитую в чашу. И лишь затем отнять палец от трубки.

Вивиани послушно выполнил все указания Торричелли. Вот с отверстия трубки снят палец. И что же? Ртуть в трубке опустилась. Правда, не до конца. Она не вылилась под собственной тяжестью в чашу. Но в запаянном конце трубки образовалось пустое пространство. Первая настоящая пустота, обнаруженная на земле! Торричеллиева пустота!

А высота, на которой остановился ртутный столбик, составляла ровно 76 сантиметров. Именно столько, сколько и предполагал Торричелли, — в тринадцать с половиной раз короче водяного столба. Значит, прав он! Значит, действительно не мифическая боязнь пустоты, а обыкновенный вес — давление воздуха — гнал воду в насос, заставлял подниматься по трубам вверх... Вверх, но только до определенного уровня, до восемнадцати локтей.

Столб воды высотой в восемнадцать локтей, как и столбик ртути в тринадцать с половиной раз короче, уравнивали вес воздуха, уравнивали его давление. Это была победа!

Какой наглядный опыт!

Красноречивее всяких слов этот опыт опровергал Аристотеля. Сам герцог пожаловал взглянуть на пустоту, полученную его придворным математиком.

Нашлись и недоверчивые.

Однако недоверие принесло лишь пользу истине.

Торричелли предпринимает второй опыт. Его часто забывают, когда рассказывают об открытии пустоты, а он едва ли не доказательнее первого.

В ту же чашку поверх ртути ученый наливает воду. Немного, всего пальца на два. И снова повторяет опыт. Ртуть послушно спадает в трубке до высоты уже известной отметки — 76 сантиметров (в наших современных мерах длины). Но это не все. Торричелли понемножку начинает поднимать трубку со столбиком ртути выше, выше. И как только край трубки полностью выходит из ртути, ее содержимое стремительно выливается в чашку. А в *пустую*, совсем пустую трубку устремляется вода. Та самая вода, которая покрывала ртуть и не давала воздуху проникнуть в опустевшую трубку.

Теперь представим себе, как рассуждал Торричелли, ставя опыт.

Вода легче ртути. Чтобы уравновесить «тяжесть» воздуха, столб должен быть высотой в десять метров. Значит, если в метровой трубке пустота, вода обязана заполнить ее целиком.

Правильно?

В разные концы страны полетели письма. Все очевидцы необычайных опытов Эванджелисты Торричелли спешили сообщить об этом своим знакомым. Скромный опыт со стеклянной трубкой и чашкой ртути стал знаменем науки того времени.

Нам, современникам таких грандиозных экспериментов, как запуск космических ракет и освобождение энергии атома, опыт со ртутью может показаться совсем незначительным. Но нельзя забывать, что без скромного опыта Торричелли были бы невозможны и космическая ракета, и атомная электростанция, и самая совершенная счетная электронная машина со «сверхвысшим образованием». Стеклянная трубочка, запаянная на конце и наполненная ртутью, — ключ, распахнувший двери для многих открытий.

Это была победа опытной науки над догмой, над слепым преклонением перед авторитетом. Многовековой гнет Аристотелева учения пошатнулся.

Опыт Торричелли открыл путь настоящей науке, науке опыта.

Открытия рождаются

и в пасмурную погоду



Пустота существовала. Правда, она существовала пока лишь в небольшом объеме стеклянной

трубки, заполненной ртутью.

Но какая это пустота? Настоящее ли это пустое пространство? И не чуждо ли оно природе? Ведь не природа соз-

дала его, а человек. Такие мысли возникали у скептиков. И может быть, именно в силу этих сомнений люди окрестили открытую на Земле пустоту «торричеллиевой».

Однажды Торричелли, повторяя свой опыт с трубкой, заметил что-то неладное... Перед ним был все тот же нехитрый прибор: чашка, трубка, на которой была наклеена бумажка того же деления, жирно подчеркнутого свинцовым карандашом.

Стояла пасмурная погода. Низкие тучи ползли по небу, цепляясь за вершины гор. В солнечной Флоренции такая непогода — редкость. Кутаясь в плащ, ученый опрокинул трубку. И что же? Уровень ртути остановился совсем не на привычном делении, а на целый палец ниже. Что за бред? Торричелли подливает ртути, меняет маленькую чашку на сосуд побольше. Меняет трубки... Результат один и тот же. Почему? В чем загвоздка?

Ученый подходит к окну, чтобы прикрыть резной ставень. В комнате душно, нечем дышать. Кажется, будто воздух стал не таким плотным, как обычно, разжижился и не заполняет при вздохе грудь... Впрочем, может быть, это все оттого, что Торричелли неважно себя чувствует. В последнее время он часто болеет, и придворный лекарь не раз уже пускал ему кровь...

Еще вчера дышалось легко и свободно. А сегодня духота... И вдруг, будто без всякой связи, мысль его снова пере скакивает на загадочное понижение уровня ртути. Но ведь вчера и ртуть в трубке стояла на своем обычном делении. Постой, постой Эванджелиста... Не значит ли это?..

Бежит время, отсчитываемое часами на башне замка. Проходит день, другой. Ранним утром из-за горных вершин встает чистое, словно умытое в прошедших дождях солнце. На голубом небосводе ни облачка. Откинув полог кровати, Торричелли спешит к прибору. Виват! Мелькнувшая догадка подтвердилась. Ртуть снова на своем привычном уровне. Она поднялась. Значит, прибор отмечает изменение давления воздуха, показывает его меняющуюся тяжесть.

Воздух имеет вес... Воздух оказывает давление... Привыкнуть к этой мысли не так-то легко. Она рождает тысячу недоуменных вопросов. Почему люди не ощущают тяжести воздуха?

Как все живое — и люди, и животные, и растения, даже нежные хрупкие цветы, что боятся неосторожного прикоснове-

ния, — выдерживает огромную силу давления воздуха? Как можно носить тяжесть на плечах и не замечать ее? Может быть, ее и не существует?

Но столбик ртути упрямо говорит: воздух давит. И сила его тяжести непостоянна.

Тяжесть по-гречески «барос», и прибор Торричелли стали называть барометром. Кажется, барометр совсем простой и скромный прибор. А где только его теперь не применяют!

Вот уже три века он исправно служит людям. Помогает определять примерную высоту над уровнем моря. Альпинисты берут его с собой высоко в горы. Барометр — обязательная принадлежность кабины каждого летательного аппарата, будь то крылатый самолет или спутник Земли. В наши дни его братья опускаются и на дно моря. Из высотомеров они превратились в глубиномеры.

За три века барометр во многом изменился: стал автоматическим, самозаписывающим. Научился управлять другими механизмами.

....

В 1647 году в Италии блестящие исследования пустоты обрываются. Через пять лет после кончины Галилея смерть уносит в могилу и Торричелли. Правда, во Флоренции остаются ученики и последователи обоих ученых. Они организуют академию, которой покровительствует брат герцога Тосканского — фигура весьма влиятельная в те годы.

Но деятельность академии с ее девизом «только опыт», верность идеям Галилея и Торричелли не по вкусу всесильной римской церкви. И меры принимаются самые решительные: покровителю предлагают высокий сан прелата. И намекают: служитель бога обязан творить только угодные богу дела. А богу угодно академию распустить.

И академия разогнана. Восемь академиков спешно покидают Италию. Лишь один молодой талантливый ученый Антонио Олива не успевает спастись бегством. И вот он в лапах инквизиции, он в темнице, его ждут пытки.

Смириться? Отречься, как Галилей? Нет, лучше смерти! И молодой ученый выбрасывается из окна своей тюрьмы...

Печально заканчивается эта глава истории открытия пустоты. В Италии влияние церкви еще слишком сильно.



Размышления

по поводу испорченной безделушки

Следующий этап в исследованиях пустоты — Голландия. Вернее, не следующий, а параллельный. По-

тому что впервые зародившаяся догадка философа Декарта по времени даже превосходит опыты Торричелли.

Вот как все произошло.

Далеко от солнечной Италии, под хмурым северным небом Голландии, живет французский дворянин Рене Декарт. Картезий, как на латинский лад подписывает он свои сочинения.

Как ни разобщены еще в XVII веке люди разных стран, но имя и труды Декарта становятся известными даже в далекой России. Первый российский академик, Михайло Васильевич Ломоносов, скупой на похвалы, с уважением произнесет: «Славный и первый из новых философов Картезий осмелился Аристотелеву философию опровергнуть и учить по своему мнению и вымыслу».

В юности Декарт — офицер на службе французского короля. Кажется, все сулит ему блестящую будущность: богатство, почести. Но не они прельщают молодого офицера. Он предан науке. Он сведущ в математике. Он увлекается философией, астрономией.

Едва заканчивается новый военный поход, Декарт рвется в Париж. Там его друзья по иезуитскому колледжу. Многие теперь ученые аббаты.

Однако совместить военную службу, светские знакомства, а их у Декарта, пожалуй, даже слишком много, с занятиями наукой невозможно. В конце концов Декарт отказывается от военной карьеры. Больше того, покидает родную Францию. В 1629 году тридцатилетний философ поселяется в Голландии. Здесь, надеется он, можно работать спокойно. Здесь он вне досягаемости католической церкви.

Это как раз те годы, когда в Италии в дом Галилея еще

только стучится флорентийский инквизитор, требуя, чтобы ученый предстал перед судилищем в Риме...

Декарт видит свое призвание в том, чтобы произвести подлинную реформу в философии. Научить людей правильному методу мышления. Не преклоняться перед авторитетами, а думать самим, сомневаться во всем и все, даже кажущееся очевидным, проверять опытом.

Образец достоверности для Декарта — математика. В ней ничто не принимается на веру. Все можно доказать. И философ с увлечением работает над книгой «Геометрия», закладывающей основы многих методов современной науки.

Геометрия — наука о пространстве. Поэтому понятно, что мысли Декарта со всех сторон атакуют это понятие, стремясь дать ему четкое определение. Пространство — мир, состоящий из небесных тел: Солнца, звезд и планет. Философ выдвигает и разрабатывает свою гипотезу об их происхождении и развитии.

На чужбине ничто не отвлекает внимания от работы. Задуманная книга пишется куда быстрее и успешней, чем на родине. Ученый заканчивает ее именно тогда, когда приходит известие об осуждении Галилея.

Какая непоправимая ошибка, сокрушается Декарт. Какая страшная участь — отречься под пытками от своих величайших открытий!

Печальная новость заставляет Декарта быть осторожным. Нет, он подождет опубликовать свою книгу и не пошлет ее в Париж для печати, как намеревался сделать.

Спокойно течет жизнь на голландской земле. Иногда Декарт переезжает из одного города в другой. Переписывается с избранными друзьями. Дни проходят в трудах. Декарт увлечен работой над новой книгой — «Рассуждение о методе».

Любознательный читатель найдет в ней объяснение и космических катастроф и поведения живых организмов — они все (Декарт доказывает это) подчиняются одним и тем же законам механики.

Пытливый ум Декарта откликается на любое самое незначительное явление. Однажды в руки ученого попадает старый серебряный флакон с дном, продырявленным острием шпаги.

Ученый вертит в руках эту испорченную безделушку. Память отказывается подсказать, когда и при каких обстоятельствах сломалась эта хрупкая вещица. Может быть, это слу-

чилося в рукопашной схватке с неприятелем; может быть, на дуэли в дни его безрассудной юности.

Впрочем, все это мало занимает сейчас Декарта. Теперь этот флакон для него — научная загадка. Разве не удивительно: из закрытого пробкой продырявленного флакона духи не вытекают, но стоит вынуть пробку — и жидкость выливается! Какая тому причина?

Жидкость граничит только с воздухом. И никаких других преград здесь нет. Так неужели же, делает вывод Декарт, воздух оказывает давление и удерживает жидкость в небольшом отверстии? Другое дело, когда отверстие большое, — здесь воздух давит уже на большую площадь, тогда вес жидкости превосходит давление воздуха и жидкость выливается из флакона. А когда пробка вынута, тогда, рассуждает Декарт, воздух давит и сверху, на открытое горлышко, и снизу, на маленькое отверстие в дне. Давит и не мешает духам вытекать.

А если воздух давит (способность мыслить логически заставляет Декарта сделать новое допущение), — значит... воздух имеет вес!

Декарт еще и еще проверяет себя. Может быть, вкралась какая-нибудь ошибка? Ведь никому и в голову не приходило, что воздух... весит.

....

Знаменитый опыт Торричелли будет поставлен только через двенадцать лет, а Декарт уже сообщает в письме своему корреспонденту, аббату Мерсену, об интересном открытии: о да, воздух имеет вес! О да, воздух оказывает давление!..

Живое воображение Декарта рисует картину: земной шар, окутанный воздушной оболочкой. Какая она? Пожалуй, ее лучше всего представить себе в виде массы шерсти или волоса — более плотной вблизи Земли, а чем выше, тем более тонкой, разреженной.

Слов нет, открытие важное, очень важное. Разумеется, такой вывод следовало бы подкрепить опытом. Например, измерить давление у подножия высокой горы и на ее вершине. Если предположение верно, то давление воздуха на вершине, где он менее плотный, должно быть меньшим.

Но в Голландии такого опыта не поставить. Это равнинная страна, и высоких гор здесь нет.

Декарта же отвлекают тысячи других неотложных вопросов. Его неутомимый ум занимают уже другие мысли.

Проходят годы, и слава опыта Торричелли достигает Голландии. Тогда-то Декарт вспоминает о дырявом флаконе и о своей догадке.

Кому бы поручить этот опыт? Декарт мысленно перебирает своих друзей. И останавливается на совсем еще юном Блезе Паскале, зарекомендовавшем себя талантливым математиком и физиком. На юге Франции, вблизи его родного города Клермон-Феррана, есть высокие горы.

Блез Паскаль польщен. К нему с таким интересным предложением обращается знаменитый философ, властитель умов всей просвещенной Европы. И, оценив всю важность опыта, молодой ученый запасается трубкой Торричелли.

Паскаль избирает самую высокую из окрестных гор — Пюи де Дом. Ее высота 4465 метров. Это как раз то, что надо!

Подъем нелегкий, хотя Блез исколесил немало горных склонов. Но теперь он поднимается осторожно и всякий раз сверяется с показаниями своего барометра.

Чем выше взбирается молодой ученый, тем больше цифр выстраивается на листке его записной книжки. И каждая новая цифра вселяет большую и большую радость. Эти цифры красноречивее всяких слов. По мере подъема уровень ртути в трубке неизменно понижается. Гений Картезиуса не ошибся!

Трудности подъема позади. Паскаль достиг вершины. И хоть дышать нелегко, сердце его радостно и учащенно бьется. Победа! Вот тут столбик цифр, он несет подтверждение славным гипотезам Торричелли и Декарта! Молодой ученый не чувствует резких порывов ветра — ему не терпится ознакомить всех с этим удивительным открытием. Слой воздуха тоньше над вершиной горы, чем над уровнем моря. А редкий, разреженный воздух оказывает меньшее давление на поверхность ртути. Поэтому и большая часть жидкости металла выливается из барометрической трубки. Наружное давление упало, и его уравнивает тяжесть ртутного столба меньшей высоты.

Вывод напрашивается сам: степень разрежения воздуха можно измерять высотой ртутного столбика, его давлением...

Паскаль заключает: похоже, что законы давления жидкостей, известные еще со времен славного Архимеда и развитые

голландцем Симеоном Стевином, во многом справедливы и для воздуха.

Каков же вес всего воздушного океана? С какой силой воздух давит на тело человека? Площадь поверхности человеческого тела известна, и ученый берется за расчеты.

Цифра получается впечатляющая! Десять тонн. Десять тонн воздуха давят на человека. Трудно даже вообразить себе эту величину. Она расплющила бы человека, если бы такое давление было направлено только сверху вниз. Но, как ни странно, люди не замечают тяжести давления. А не замечают потому, что, по законам давления в жидкостях, оно направлено и в стороны, и вниз. Более того, и внутри тела человека воздух находится под таким же давлением! Ведь точно так же и рыба в воде не испытывает ее тяжести.

А если почему-либо уменьшить только внешнее давление, кровь может выступить из тончайших сосудов кожи. Ведь именно так действуют банки, которые врачи прописывают больному.

Казалось бы, чисто теоретический интерес к пустоте привел ученых к изучению свойств разреженного воздуха, атмосферного давления. Однако это не совсем та, истинная «философская» пустота, это разрежение, и потому за ней укрепилось название «пустота торричеллиева».

Пустота, пусть торричеллиева, все же существует — это величайшее открытие времени. Весь мир, который окружает человека, заполнен: земля, вода, воздух. И вдруг оказывается, что чем дальше от поверхности Земли, тем этот воздух более разрежен. Значит, где-то там, наверху, совершенно иной «безвоздушный мир». Каков он? Каковы его свойства? Более того, разреженный воздух можно создать искусственно, не забираясь куда-то ввысь, не совершая утомительных восхождений на высочайшие вершины. Торричеллиеву пустоту можно получить в условиях земных лабораторий. Если бы научиться создавать ее в больших объемах, нежели кончик запаянной трубочки, наполненной ртутью!

Паскаль сокрушается, что с его трудом не может уже ознакомиться сам Торричелли. Вот уже год, как итальянского ученого нет в живых. Правда, открытие Паскаля горячо обсуждают другие ученые, среди них и самые знаменитые, самые признанные авторитеты того времени. Только один человек, прочитав сообщение Паскаля, с негодованием отбрасывает книгу. Это великий Декарт.

Как он ошибся в этом молодом французе! Человеке без совести и чести! Паскаль ни единым словом не обмолвился, кто натолкнул его на мысль провести решающий опыт.

Декарт обижен. Декарт возмущен. До последнего дня своей жизни он не захочет больше слышать имени Паскаля. Не тщеславие говорит в нем. Великий философ известен как человек очень скромный. В надписи, сделанной на его надгробии, сказано: «Восстановив с основания философию, открыв смертным к проникновению путь новый, верный и прочный, он одно оставил неизвестным: скромности в нем было больше или знаний...»

Но при всей своей скромности пренебрежения к себе Декарт не прощал. Не простил он и Паскаля.

Итак, трудами Паскаля — Декарта доказано, что пустота, а вернее разрежение воздуха, существует в природе. Какое огромное событие в науке! Аристотелевой догме нанесен сокрушительный удар.

Может быть, из научного обихода уже изгнано и его категорическое утверждение, будто «за небом» мировое пространство заполнено эфиром, этой невесомой субстанцией?

Ничуть не бывало. Пустота, то есть разрежение, спокойно сосуществует с эфиром. И ему оставлено в науке почетное место.

Да, Земля окружена воздушной оболочкой, разреженной в ее верхних слоях. А за ее пределами — эфир. Аристотелевский эфир.

Так учит сам Декарт.



Чуждачества серьезного человека

Загадка торричеллиевой пустоты всполошила умы в Германии. Но немецких ученых занимает уже

не само открытие, а опыты. Немцы — практичные люди. Они говорят об удивительных свойствах пустоты. Каких именно?

Ответ дает объемистая книга, появившаяся впервые в середине XVII века на прилавках книжных лавок голландского города Амстердама. Длинное название, выдержанное в хвастливом духе той наивной эпохи, сообщает имя автора:

НОВЫЕ ОПЫТЫ ОТТО ФОН ГЕРИКЕ,
так называемые магдебургские,
С ПУСТЫМ ПРОСТРАНСТВОМ,
впервые описанные Гаспаром Шоттом,
членом ордена иезуитов и профессором
Вюрцбургского университета,
теперь
в более законченном виде изложенные
самим автором и
дополненные новыми опытами
и т. п.

Отто фон Герике.

Посетим мысленно небольшой немецкий городок Магдебург на Эльбе... Нет, нет, триста лет назад он был совсем не похож на современный Магдебург — город с портом и вокзалами, заводами тяжелой промышленности и химическим комбинатом. Современный город застроен многоэтажными домами, среди которых совсем потерялись и готический собор, и ратуша — едва ли не единственные свидетели тех лет, о которых пойдет наш рассказ.

В то время (оно приходится как раз на середину семнадцатого столетия) Магдебург еще не оправился от разрушений после двух опустошительных войн. Тридцать лет подряд драчливые немецкие князья колотили друг друга руками народа во славу божию. Страну терзали религиозные войны. Люди жгли, грабили, убивали только из-за того, что одни пели молитвы по-латыни, другим же хотелось делать то же, но на родном языке. Страна разорена. В большом торговом городе Магдебурге остались всего две улицы, пощаженные огнем.

В это-то время на пост городского головы — бургомистра — и пришел Отто фон Герике.

Он получил хорошее образование. Несколько лет (как это было тогда принято) он разъезжал по университетским городам, слушая лекции выдающихся ученых. Особенно его привлекали физика, прикладная математика и фортификация, процветавшие в Лейденском университете. Окончив учение, будущий бургомистр много лет еще по привычке подпи-

сывался «инженер фон Герике». Понятно, что такой человек был очень полезен разрушенному городу.

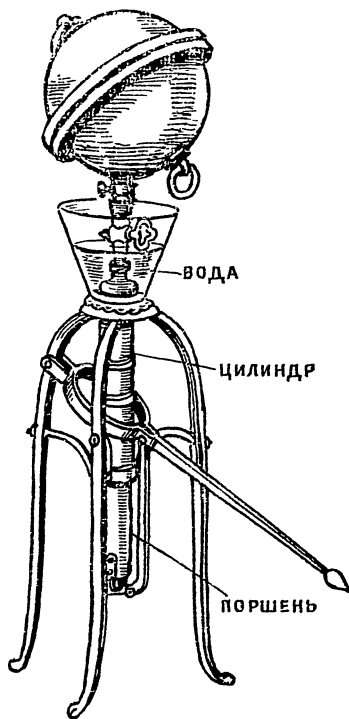
Когда, как пишет сам Герике, опыты флорентийских колодезников, устройств герцогских фонтанов, стали известны в Германии и в Голландии, вопрос о пустоте увлек и немецкого бургомистра. Но если Торричелли шел от размышлений к опыту, то инженер фон Герике начал с конструкции насоса. Обычный водяной насос он приспособил для откачки воздуха.

Прибор до крайности простой. Поршень в цилиндре — как у обыкновенного нынешнего велосипедного «качка», только в доньшке не один шланг, а два. Первый присоединяется к сосуду, откуда выкачивается воздух, и клапан его открывается вверх, следуя за поршнем. Другой смотрит наружу и открывается в сторону шланга. Стоит теперь толкнуть поршень вниз, как первый клапан захлопывается, но зато открывается второй, выпуская выкаченный воздух наружу. Свой насос Герике дополнил рычагом, чтобы легче было качать.

Проходит несколько лет, и Отто фон Герике — **самый** сведущий в пневматике человек. Его дом наполняется различными приборами.

Бургомистр охотно показывает опыты всем желающим. Рачительный хозяин, он стремится любым способом привлечь внимание к родному городу.

В 1653 году Герике ставит свой знаменитый опыт с полу-



Так выглядел «дедушка» современных высоковакуумных установок — насос магдебургского бургомистра.



После бури, предсказанной барометром Отто фон Герике, уже никто не смеялся над чудачествами бургомистра.

шариями. Два котла из кованой меди так хорошо пригнаны друг к другу, что образуют как бы единый шар. На одном полушарии — кран. Его соединяют с насосом и затем из пространства между полушариями откачивают воздух. По мере того как создается разрежение, давление наружного воздуха так плотно смыкает обе половины шара, что оторвать их теперь друг от друга невозможно. Не только человек бессилен их разомкнуть. Это не удается даже восьми впряженным в каждое полушарие лошадям, которые тянут их в разные стороны. Что сдавливает оба полушария? Ведь вокруг ничего нет... кроме воздуха. Значит, это воздух, его тяжесть. Вот она, великая сила давления воздуха!

Опыт нагляден, он убеждает каждого, даже императора и многочисленных князей, которым предприимчивый Герике показывает свой опыт на заседании рейхстага в Рогенсбурге.

И все-таки добропорядочные и осторожные сограждане втихомолку посмеивались над своим бургомистром, человеком, который тратит время на пустяки... Мастерить диковинные приборы? И при этом работать самому в кузнице, за станком, как простому ремесленнику... Нет, что ни говорите, а здесь не все чисто...

Особенно подозрительно тем, кто видел его опыты. Вот бургомистр сажает в стеклянный шар птицу. Присоединяет шар к насо-

су, выкачивает воздух — и птица мертва. Герике утверждает, что ни одна живая тварь не может обходиться без воздуха... Пустота, видно, враг живому.

В шаре без воздуха гаснет свеча, из пустого сосуда не слышно звона веселого колокольчика... Странно, странно, что ни говорите.

Впрочем, после одного случая смеяться горожане перестали. В доме бургомистра с первого до второго этажа тянется стеклянная трубка, в которую налита вода. Верхний конец трубки запаян. Вы, конечно, сразу догадались — это водяной барометр. На поверхности воды в трубке плавает пробка, на ней укреплен человек. Его вытянутая рука указывает на деления шкалы. Бургомистр уверяет (и в спорах обязательно сошлется на Торричелли), что человек предсказывает погоду... Чудак, конечно, кто ему поверит?

Но в воскресенье, 9 декабря 1660 года, из дома бургомистра поползли странные слухи. Человек в трубке опустился как никогда низко. Фон Герике в беспокойстве. Он велит оповестить граждан о том, что надо ждать бури... Бури при ясном небе? Все же наиболее осторожные следуют примеру дома бургомистра. А там закрывают ставни, крепят крышу...

И верно, через несколько часов небо потемнело. Над Магдебургом пронесся такой ураган, какого не помнили даже старожилы.

Ветер вырывал окна в домах, сбрасывал кровли, угонял с причалов корабли...

О чем толковать, если факты столь красноречивы, если восьмерка впряженных лошадей не в силах растащить сомкнувшиеся полушария?

А бездыханная птица в безвоздушном пространстве колпака?

А барометр, предвещающий бурю?

О пустоте не приходится больше спорить. Даже тем, кто еще недавно слыли самыми заядлыми ее противниками. Теперь следует искать объяснений ее таинственным свойствам. Как же изучать ее?

На долгие годы пустота становится увлечением. Модным увлечением многих ученых многих стран.



Живому противопоказано

А теперь, преодолев узкую морскую дорогу — Ла-Манш, — посетим Англию. И прежде всего ее старинный научный центр — Оксфорд.

Здесь в середине XII века в старинном университете зародился небольшой кружок любителей науки. Его члены руководствуются девизом «nullius in verba», то есть «ничего на словах». Вы входите под старинные своды залов заседаний. Первым вам представят, конечно, сэра Роберта Бойля, главу «невидимой коллегии», как называют свое объединение сами члены кружка.

Все располагает в облике этого ученого: тонкие черты лица, изысканная внешность, учтивые манеры. Каждая черточка выдает в нем истинного аристократа. Так оно и есть, он — наследник одного из богатых графов Ирландии.

Впрочем, аристократизм Бойля мало смущает его коллег. Наука в Англии семнадцатого века — удел богатых, и обычно знатных.

Государство еще не представляет пользы от научных занятий и не отпускает средств на исследовательскую работу. Приборы, оборудование приходится приобретать или заказывать самому ученому только на свои деньги. Неудивительно, что именно состоятельные, родовитые люди могут позволить себе роскошь заниматься научными изысканиями.

Книга Галилея «Беседы» указала молодому Бойлю тот путь познания, по которому он в дальнейшем будет идти всю жизнь.

Бойль еще юноша, но уже убежденный сторонник опыта. Сэру Роберту минуло только шестнадцать лет, а он уже готовится к путешествию в Италию. Он должен посетить Флоренцию, чтобы удостоиться чести встретиться и побеседовать с величайшим мужем науки — Галилеем.

Но, увы, встреча не осуществилась. Приезд молодого

англичанина совпал с печальным событием — кончиной Галилея.

К хмурым берегам своей родины сэр Роберт Бойль возвращается с твердым намерением посвятить себя науке. Тема его будущих работ очевидна. И в Англии, как и в Италии, всех увлекает последняя новинка — открытие Торричелли.

Бойль знакомится с книгой Гаспара Шотта, а вскоре и сам берется за конструирование насоса.

Но построить прибор — дело совсем не простое, и поначалу работа не спорится. На помощь приходит ассистент Бойля — молодой воспитанник того же Оксфордского университета — Роберт Гук. А какой естествоиспытатель не знает, что у Гука золотые руки и его ум на редкость изобретателен.

В 1653 году конструкция насоса доведена Гуком до совершенства. Правда, поговаривают, что усовершенствование внесено не такое уж сложное: на один рычаг насоса фон Герике Гук установил два поршня. Но ведь и это не всякий догадается сделать. А какой получился эффект! Новый насос откачивает в два раза быстрее. Недаром сам Гук (он, правда, склонен к преувеличениям) называет свое детище «большой пневматической машиной». Гук демонстрирует аппарат членам общества.

Хотите откачать воздух из большого стеклянного сосуда? Что ж, это не составит никакого труда, вот ручка на рычаге — качайте.

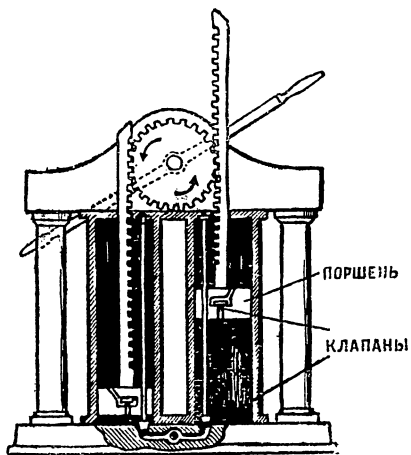
Вам нужно поместить внутрь сосуда подопытное животное? Тоже несложно. Отвинчивайте пробку в верхней части сосуда, затем в отверстие опустите животное. Потом плотнее завинтите пробку и пускайте в ход пневматическую машину.

Намерены наблюдать за ходом опыта? Стеклянные стенки откачиваемого сосуда позволяют следить за всем, что происходит с помещенным в пустоту животным или предметом. В пустоту!

«В торричеллиеву пустоту», — осторожно поправляет своего ассистента сэр Роберт. Так будет точнее.

И члены «невидимой коллегии» в знак согласия утвердительно покачивают огромными рогатыми париками.

Их, любителей истинной науки, не так уж мало. Через несколько лет тесный кружок получит королевскую грамоту — хартию — и станет называться Королевским обществом — станет той знаменитой научной организацией, которая пода-



*Гордости сэра Бойля не было предела:
«Большая пневматическая машина»
работала на славу.*

рит миру много достойных ученых и еще больше замечательных открытий.

Поспешим же в зал заседаний «невидимой коллегии» — в мрачноватую большую комнату со стрельчатыми окнами. Перед каменным длинным стол и стулья вокруг него. Это для гостей. Иной раз заседание посетит именитый иностранный ученый, или вдруг пожалует кто-либо из высоких покровителей науки. Сюда, например, заходит министр короля лорд Бэкингам, урвав час-другой от государственных дел и интриг. Бывает и

сам король...

Ученые рассаживаются на высоких деревянных скамьях.

Председатель закутан в плащ (в помещении отнюдь не жарко), он стучит деревянным молотком по столу, призывая джентльменов к порядку.

Ученые проявляют нетерпение. Сегодня Гук покажет опыты с пустотой. А чего только о ней не рассказывают!

Гук ставит в стеклянный сосуд банку с водой. В воде — рыба. Она весело плавает, подхватывая крошки с поверхности воды.

Ученые покидают свои места. Они теснятся поближе к экспериментатору — опыт обещает быть интересным.

Вверх-вниз, вверх-вниз ходят поршни насоса. Со свистом вырывается из клапанов воздух.

Внимание, джентльмены! Со дна банки поднимаются бесчисленные пузырьки воздуха. Больше, больше... Вода закипает. А рыбка? Она мечется, потом затихает, затем переворачивается и всплывает. Она мертва.

Гук поворачивает кран, и воздух вновь с шумом наполняет сосуд. Можно уже снять крышку и вынуть банку с только что кипевшей водой. Но что это? Удивлен Гук, изумлены

присутствующие — вода в банке холодная, не теплее, чем до начала опыта. А что с рыбкой? Быстрым движением скальпеля Гук вскрывает полость тела рыбы. Все видят — у рыбы лопнул плавательный пузырь. Но сердце ее еще бьется. Отчего бы?

Многозначительно покачиваются головы в нелепых париках. Даже самый невозмутимый человек и тот удивится. Воистину таинственны свойства этой пустоты. Судите сами: холодная вода кипит, рыба погибает...

«Как объяснить все это?» — недоумевают джентльмены.

Вывод один: исследования надо продолжать.



Новые опыты — новые размышления

Исследования пустого пространства продолжают. Новые опыты рождают новые толки, размышления, споры. В них вовлекаются все новые и новые ученые. Взглянуть на опыты Гука и Бойля приходят люди, чьи научные интересы, казалось бы, очень далеки от свойств разреженного воздуха.

Вот совсем молодой ученый Исаак Ньютон — питомец Кэмбриджского университета. Несмотря на молодость, он частый гость на заседаниях Королевского общества. Его уважают здесь как вдумчивого и талантливого математика, с ним спорят. Небесная механика и оптика — эти области занимают Ньютона.

И он находит для себя в исследованиях Гука и Бойля материал, достойный размышления. Может быть, их опыты подскажут ответ на вопрос, который разрабатывает Ньютон, — как именно передаются силы притяжения одного небесного тела другому? Через пустоту или через какую-нибудь среду, будь то эфир или сверхразреженный, сверхлегкий газ?

...Интересом к разреженным газам, их плотности и давлению охвачены и научные круги Парижа. Примерно те же вопросы ставят члены вновь организованной во Франции Академии наук.

В восемнадцатом веке волна увлечения «пустым пространством» докатывается и до России.

Грузный человек в напудренном парике, в изрядно потертом кафтане, прожженном кислотой, — таков первый российский академик Михайло Васильевич Ломоносов. Своими сильными руками, привычными к тяжелому труду помора, берется он за рукоять насоса, чтобы выкачать воздух из стеклянного шара с двумя впаянными металлическими стержнями. Интересно, как подействует разрежение на «электрическую силу»? Ведь обычный воздух — плохой проводник.

Все труднее и труднее качать тяжелую рукоятку. Шар пустеет. Остается присоединить к стержням шара проволоку от электрической машины...

Этот опыт ставится в XVIII веке, когда нет еще ни батарей, ни аккумуляторов. Люди еще долгие годы не изобретут первейшего генератора электрического тока. Электрическую силу получают трением, точно так же, как в школе показывают сегодня простейшие опыты с электрическими зарядами.

Быстро вращается диск машины. И в сумерках маленькой лаборатории прозрачный стеклянный шар начинает светиться изнутри нежным розовым светом. Неужели через разреженный воздух разряд идет лучше, нежели через густой?

Тем временем в «пустом» шаре дрожит и переливается холодное пламя. Это изумительное зрелище: одни лучи гаснут, но тотчас им на смену возникают новые. Сияние трепещет, льется то в одном месте шара, то в другом...

Остановив машину, Ломоносов берет в руки гусиное перо и задумывается: какова же природа этого поразительного явления, так сильно напоминающего что-то давно знакомое и почти уже забытое?

Перед его мысленным взором встает пустынный берег ледяного моря, засыпанные снегом родные Холмогоры. Ночь, долгая полярная ночь. Вдруг на невидимом горизонте вспыхивают первые отблески небесного пожара. Сполохи! Зеленый огонь охватывает полнеба. От зеленого цвета переходит к синему, к фиолетовому, к розовому. Внезапно свечение гаснет. Потом вспыхивает вновь, дробится. Огни виснут разноцветным занавесом, играют красочными столбами...

«Отчего они?» — спрашивает мальчик.

«Много будешь знать, скоро состаришься», — отмахиваются взрослые.

Отчего они? И академик Ломоносов пишет трактат о северном сиянии, признавая производящую его «силу электрическую».

Но наука об электричестве еще в колыбели, и доказательств у академика нет. Только тонкая интуиция подсказывает ему вывод, к которому спустя столетие придут потомки. Придут и удивятся прозорливости русского ученого, намного опередившего свой век.



От догадок

к законам идеального газа

Да, опыты Торричелли, Герике, Бойля доказательны и убедительны. Заманчиво, конечно, признать их объяснение. Но... Разве древние философы когда-либо упоминали о давлении воздуха? Или о его разрежении?

Не вяжутся никак эти модные воззрения с основами основ, завещанными древними философами.

А их сторонников в европейских университетах еще немало. К примеру, современник Герике — высокочтимый немецкий профессор Францискус Линус. Никакого давления воздуха нет, утверждает немецкий мэтр. Как же удерживается ртуть в трубке? Для Линуса очевидно — невидимыми нитями, которыми наполнена пустота.

Объяснение вроде бы абсурдное: ну какие нити могут взяться в пустоте? И все же даже такое возражение полезно: сомнения скептиков будят творческую мысль. Бойль должен поставить новые опыты и экспериментально доказать правоту своих убеждений.

Вместе со своим учеником Ричардом Тоунлеем сэр Роберт

берет изогнутую стеклянную трубку с запаянным концом и начинает понемногу наливать в нее ртуть. Чем больше ртути в длинном колене трубки, тем она тяжелее — тем больше давление. Чем она тяжелее, тем меньший объем сжатого воздуха наблюдается в коротком колене.

Серия опытов запечатлена в таблице — какому давлению (тяжесть ртути) соответствует объем сжатого воздуха. Картина получается весьма наглядной.

А Тоунлей, переписывая начисто данные опытов, подмечает и обращает внимание своего учителя: объем сдавливаемого воздуха обратно пропорционален давящей силе.

Итак, закономерность найдена. Но Бойля занимает уже новый вопрос: сохранится ли эта закономерность и для давления меньше атмосферного?

Снова серия опытов. И новые таблицы. А в них та же самая закономерность! Удача! Собственно говоря, так рождается первый закон газов. Бойль тщательно описывает свои опыты и выводы и издает свой труд в виде брошюры.

Но закономерность, обнаруженная Бойлем, еще не получила признания закона.

Только через семнадцать лет после исследований французского физика аббата Эдма Мариотта закономерность, открытая Бойлем и его учениками, стала одним из основных законов учения о газах. Он гласит: «Объем данной массы газа обратно пропорционален давлению при одной и той же температуре».

Небольшое, но очень важное дополнение — при одной и той же температуре! Оно принадлежит Мариотту. Закон этот знаком каждому — его изучают в школе.

....

Проходит более ста лет. Наука семнадцатого века развивалась не спеша. Не много было тогда ученых, еще меньше тех, кто видел в науке свое призвание.

Наступил восемнадцатый век — преддверие золотой поры науки.

27 августа 1783 года, ночью, парижане были взбудоражены необычайным событием.

По улицам при свете факелов двигался таинственный кортеж. Что-то невообразимо огромное и колыхающееся везли на повозке, окруженной всадниками и стражей.

Глубокую тишину нарушали лишь цоканье копыт и редкие вскрики удивленных прохожих.

Только на Марсовом поле, куда прибыл кортеж, люди убедились, что доставлен огромный воздушный шар. Его сконструировал физик Жак Александр Сезар Шарль.

Какое ликование охватило толпу, когда освобожденный от привязи «Шарльер» взвился в воздух, унося с собой самого изобретателя! Грянул пушечный выстрел.

Но не только благодаря изобретению воздушного шара и подъему на нем в науке сохранилось имя инженера Шарля.

Изучая в лаборатории разные газы, Шарль заметил, что при нагревании объем газа увеличивается. На первых порах он не придал этому особого значения. И лишь позднее, когда установили, что при постоянной массе и объеме давление газа пропорционально его температуре, этот закон получил имя Шарля.

Закон Шарля — один из основных для тех, кто работает с разреженными газами.

Еще один из важных законов в учении о газах открыл Джон Дальтон — сын бедного ткача из Иглфильда. Этот школьный учитель со временем стал членом Лондонского Королевского общества и Парижской Академии наук. Его научные интересы были велики и разнообразны.

Собственно говоря, это и не удивительно. Накопленных знаний было еще совсем не много, и можно было успешно работать в любой области — физике газов и оптике, не чуждаться астрономии и химии. То была пора энциклопедистов в науке.

В опытах Дальтон часто пользовался воздушным насосом с колоколом, испаряя в разреженном пространстве торричеллиевой пустоты разные жидкости. Из своих наблюдений он вывел такой закон: полное давление газовой смеси равно сумме давлений отдельных газов. С этим законом вы и знакомитесь на уроках физики. Одновременно с Дальтоном изучением свойств газов занимался известный французский физик Жозеф-Луи Гей-Люссак.

Студенты знали профессора Гей-Люссака как человека очень серьезного, сдержанного, принципиального в науке и жизни. Известно было, что еще в пансионе, куда его отдали в детстве, он зачитывался книгами по геометрии так же, как его сверстники — приключенческими романами. Студентом

он уже работал у знаменитого в те времена химика Бертолле и очень быстро стал его незаменимым помощником.

Как же удивились однажды студенты, когда утром они встретили в подвале дома, где помещалась лаборатория, весело приплясывающего профессора.

Он плясал, высоко вскидывая ноги.

Что с ним? Уж не потерял ли он разум?

Профессор поспешил успокоить своих юных коллег. Он — в здравом уме. Он просто весел. Очень весел. Счастлив. Понимаете ли, длинная серия его опытов блестяще удалась. Больше того, подтвердилось его предположение. Даже удалось вывести новую закономерность. И притом важную.

Действительно, закономерность, обнаруженная Гей-Люссаком, стала теперь законом и носит имя автора. Это один из основных законов учения о газах. Формулируется закон Гей-Люссака так: при постоянной массе и давлении объем газа пропорционален его температуре.

И наконец последнее звено: к середине девятнадцатого века итальянский физик из Туринского университета Амадей Авогадро выводит свое заключение: при одинаковой температуре и давлении в равных объемах содержится одинаковое число молекул газа.

Итак, основание физики газов заложено. А началось оно с середины семнадцатого века открытиями Торричелли, Герике, Бойля. Тогда впервые была высказана догадка, что воздух имеет вес и, следовательно, оказывает давление.

Но понадобилось два столетия упорных исследований, трудоемких опытов, тщательных наблюдений, чтобы первоначальная догадка выросла в стройное учение о газах.

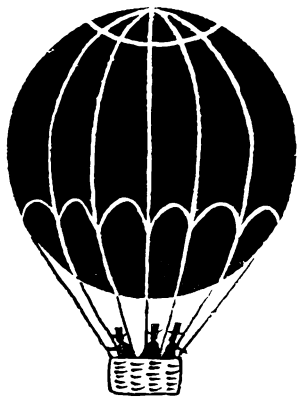
Но почему, вправе спросить читатель, речь зашла об учении о газах? Какое отношение это имеет к пустоте? Пусть даже не к абсолютной пустоте, а к торричеллиевой или даже к разрежению?

Оказывается, все законы, о которых только что было рассказано, справедливы лишь для идеальных газов.

Представьте себе, что перед вами колба, наполненная воздухом при нормальном атмосферном давлении. Допустим, что мы обладаем таким зрением, которое позволяет нам видеть отдельные молекулы. Мы обнаружим в колбе не только тесноту, а настоящую толчею. Бесчисленное количество раз каждая молекула столкнется со своими соседками, прежде чем доберется от одной стенки колбы до другой. В такой колбе

трудно представить себе молекулы упругими шариками. Но ведь все законы учения о газах справедливы лишь тогда, когда молекулы могут быть представлены как упругие шарики. А такими, как бильiardные шары, могут они быть лишь в разреженном газе. Ведь если откачать большую часть воздуха из колбы, молекулы могут летать от стенки к стенке сосуда, изредка сталкиваясь и отскакивая друг от друга. Такое состояние называется идеальным газом. И именно для него справедливы все законы, о которых было рассказано.

Итак, разрежение, «**торричеллиева** пустота», обернулась идеальным газом. А идеальный газ помог изучить основные законы учения о газах.



Первые жертвы

Двести пятьдесят лет — срок не малый в истории науки.

Если в середине XVII века учение о газах и воздухе только зарождалось, то за два с половиной века ученые всех стран исследовали физические и химические свойства газов и вывели основные законы.

Но вопрос, как на человека влияет разреженная среда, все еще оставался невыясненным.

Живые существа — будь то птица, или рыба, или мышь — не могут существовать без воздуха. Это известно уже из первых опытов фон Герики и Бойля.

И, естественно, возникает вопрос: а как переносит человек пребывание в разреженном пространстве?

Поставить такой опыт трудно, очень трудно. И не пото-

му, что это значило бы подвергать опасности жизнь человека, и не потому, что нет смельчаков, готовых рискнуть своей жизнью ради науки.

Виноват насос. Слишком он еще маломощный. Сколько ни качай, но из камеры, в которой может поместиться человек, воздух никак не откачаешь.

Шли годы. И к концу прошлого столетия наметился новый путь исследования: пришло на помощь воздухоплавание.

На первый взгляд это даже удивительно — посылать человека ввысь над Землей только для того, чтобы поместить его в безвоздушное пространство. Но вспомните опыт Паскаля. На высоте воздух менее плотный. И чем выше, тем он разреженней. Если подняться очень высоко над Землей, то, вероятно, можно достичь областей большого разрежения, а может быть, и безвоздушного пространства.

Конец прошлого столетия знаменуется началом эры завоевания неба. Самолеты, конечно, не были еще изобретены. Летали воздушные шары. Аэростаты всех типов, словно легкие поплавки, плавали в толще воздушного океана.

Сначала они парили над деревьями, потом стали пролетать над крышами самых высоких башен, потом над горами. А что ждет смельчаков, которые поднимутся еще выше? Так высоко, как только может взлететь воздушный шар...

Французский физиолог Поль Бер, чьи барометрические исследования были отмечены премией Академии наук, размышлял над тем, какая опасность грозит человеку в разреженном пространстве. И пришел к выводу: главная опасность — недостаток кислорода. Если это так, то достаточно в полете запастись живительным газом и вдыхать его, как только человек почувствует слабость, удушье и упадок сил. Теорию следовало проверить. И вот нашлись люди, рискнувшие совершить такой полет на аэростате.

Первым откликнулся профессор Гастон Тиссандье — человек отчаянной решимости и опытный аэронавт. Это он в 1870 году во время осады Парижа пруссаками выбрался из осажденного города на воздушном шаре, пролетев прямо над головами неприятельских солдат. Пролетел как раз в тот миг, когда главнокомандующему прусскими войсками докладывали, что ни одна мышь не проберется из осажденного Парижа сквозь кольцо осаждающих войск.

Рассказывают, что веселый француз беззаботно пел, пролетая над прусскими укреплениями. Пел, совсем не представ-

ляя, куда занесет его капризный ветер. Аэростаты были неуправляемы. И ветер занес его... в Норвегию.

Но кончилась война, и пять лет спустя неугомонный профессор с двумя врачами, Кроче-Спинелли и Сивелем, приняли предложение профессора Бера: достичь на воздушном шаре «потолка», то есть той высоты, выше которой шар подняться уже не может.

15 апреля 1875 года со двора газового завода в Париже отважные аэронавты стартовали на воздушном шаре «Зенит». Гайдроп аэростата оторвался от земли ровно в 11 часов 32 минуты.

Полет предстоял нелегкий. Корзину, сплетенную из ивовых прутьев, ветер продувал насквозь. К ее борту были привязаны три баллона с кислородом и тянулись три шланга для каждого участника полета.

Через двадцать минут полета ученые начали мерзнуть. Не помогли даже теплые пледы.

Именно в это время Кроче-Спинелли отметил в записной книжке: «11 час. 57 мин. Высота 500. Температура $+1^{\circ}$. Слабая боль в ушах. Слегка пониженное настроение».

Записную книжку аэронавта можно и сегодня еще видеть в национальном музее. Ничего, что пожелтела от времени бумага, стерлись буквы. Перед посетителями — документ большого мужества.

Рядом на витрине бортовой журнал. В нем записи, сделанные рукой Тиссандье. Сначала почерк твердый.

«На высоте 7000 метров, чувствуя подавленность, начал вдыхать кислород. Прекрасное действие».

Но именно начиная с этой высоты последующие записи становятся все более неразборчивыми. Увлеченные наблюдениями, аэронавты не обращали внимания на самочувствие. Они собирались заняться этим, достигнув «потолка». И не успели. Сначала один, потом другой менее тренированные спутники Тиссандье потеряли сознание. И все же упрямец не приостановил подъема...

Последнюю запись в бортовом журнале почти не разобрать. С трудом удастся прочесть каракули: «Мы спускаемся. Температура -8° . Бросаю балласт. Опускаемся. Сивель и Кроче еще без сознания на дне корзины. Спускаемся очень быстро».

Они выбросили все: одеяла, личные вещи и даже кислородные приборы. Все, что выбросить было можно и нельзя.

Облегченный аэростат, несомненно, еще раз поднялся в высшие слои атмосферы. Поднялся и стремительно пошел вниз. Теперь в корзине лежали неподвижно уже три человека. В нескольких метрах от земли Тиссандье очнулся. Он подполз к своим спутникам, укутанным в пледы. Бросаясь от одного к другому, звал, тормозил... Все напрасно. И когда, зацепившись за деревья, шар остановился, он сам вынес тела друзей из корзины, положил на траву.

По показаниям приборов, аэростат «Зенит» достиг всего... восьми с половиной тысяч метров над уровнем моря. Но даже этой высоты не вынес незащищенный и не приученный к разрежению организм человека.



Кому дается титул «тигра снегов»?

Однако высота в восемь с половиной тысяч метров — это еще вполне «земная» высота. И, что-

бы достичь ее, не обязательно подниматься на летательном аппарате.

В 1953 году два прославленных альпиниста — новозеландец Хиллари и шерп Норгей Тенцинг — стали победителями высочайшей вершины мира Джомолунгмы, высотой в 8848 метров.

Как ни труден был штурм вершины, оба альпиниста остались целыми и невредимыми. Правда, оба — опытные, тренированные альпинисты.

Норгей Тенцинг, обладатель почетного прозвища «тигр снегов», провел всю свою жизнь в Гималаях. Уроженец горной страны Непал, он с детства привык пробираться по высоким склонам, где пас стада яков, поднимался на труднодоступные горные перевалы. К двадцати пяти годам уже принял шесть попыток достичь высочайшей вершины мира.

Но лишь последняя — седьмая — принесла ему победу, а вместе с ней и славу.

Товарищи по экспедициям говорили про Тенцинга: «У него трое легких» — так легко он переносил большие высоты.

«Большие высоты, — признавался сам Тенцинг, — моя стихия, там я чувствую себя лучше всего». В других, более низких местах Индии Тенцинг даже болел из-за духоты и тесноты, а в горах — никогда.

Его организм уроженца высокогорной страны был прекрасно приспособлен для жизни и работы в разреженном воздухе. Тенцинг был словно рожден альпинистом. Во время восхождения он передвигался в своем ровном, естественном ритме; сердце его, по свидетельству врачей, билось очень медленно. Он никогда не обмороживался, не падал. И никогда, даже на отдыхе, не сидел без дела и без движения.

Но Тенцинг — исключительный альпинист. Далеко не все горцы так хорошо переносят высоту, как «тигр снегов». Альпинисты же, уроженцы низменных областей, специально тренируют себя, прежде чем принять участие в больших экспедициях-восхождениях. Да и не только тренируют. Сколько предосторожностей нужно соблюсти, прежде чем, ударив ледорубом, сделать первый шаг подъема!

Четыре комплекта теплой одежды надевает альпинист, отправляясь на покорение высоты, на ногах — три пары шерстяных носков, на руках — две пары рукавиц. За плечами — кислородный прибор.

Начиная с высоты в три тысячи метров идти по ледяным склонам, каменистым насыпям, глубоким снегам, отвесным скальным стенам становится нелегко даже тренированному альпинисту. После каждого шага обязательно три — четыре вдоха. И то дышать трудно. Человек испытывает слабость, тошноту, его мучает головная боль. У одного на носовом платке — кровь. Другой, глядишь, споткнулся и не может подняться без помощи товарищей.

Нет аппетита. За целый день люди принуждают себя съесть хоть немного бисквита, яблоко.

Значит, и на земле, на большой высоте, люди ощущают те же коварные свойства высоты, коварные свойства разреженного воздуха, что и в полете.

Как ни труден путь альпиниста, но дневной маршрут благополучно завершен. Дело близится к ночлегу. Скорей восстановить силы — закусить. Воду можно добыть из снега. Коте-

лок, полный сверкающих кристаллов, греется на огне. Не проходит и пяти минут — снег растоплен, и вода закипела. «Как быстро, — удивляешься ты, — какое здесь жаркое пламя!» И сыплешь в кипяток заварку. Ждешь...

Проходит пять, десять минут — чай не заваривается. Не удается сварить и яйца в этом кипятке. Почему?

Да потому, что хоть вода и бурлит, но она совсем не горячая. Разве этот кипяток не похож на кипение воды в опытах Бойля и Гука?



Когда нарушаются законы давления

Высоко в верхних слоях атмосферы мало кислорода. Это знают все альпинисты, все летчики. Но

Поль Бер ошибся, думая, что недостаток кислорода — главная и единственная опасность разреженных высотных областей. Что же привело к гибели Кроче-Спинелли и Сивеля, что лишило сознания Тиссандье? Какая незримая сила заставляла лопаться их кровеносные сосуды?

Попробуем поискать ответ на этот вопрос. И, может быть, найдем его... в рыбном магазине. Наверное, вы не раз видели на прилавках печальных бледно-розовых рыб с огромными выпученными глазами, с жабрами, залитыми кровью.

Это морские окуни — обитатели темных океанских глубин. Они привыкли жить на такой глубине, где давлением водной толщи мнутся стальные сигары подводных лодок, словно они сделаны из папиросной бумаги. В мире глубины всегда темно, и окуню не нужна окраска. Белые, лишенные пигмента рыбы с большими костистыми головами ловко плавают в густой соленой воде. Но как выдерживают они чудовищное давление? Неужели тело рыбы прочнее стальной субмарины, созданной человеком?

Спокойно плавают стаи глубоководных обитателей.

Какая опасность может им грозить? Как вдруг... Неведомая сила подхватила рыб и тянет их. Это глубоководная сеть — трал.

Все, что попало в его обширный мешок, волочится сначала вдоль дна, потом выше, выше... Не вырваться!

На родной глубине рыбы оживленно снуют взад и вперед в поисках выхода. Но чем ближе к поверхности, тем все более вялыми становятся их движения.

Глубоководный трал с богатым уловом поднимается лебедкой на борт сейнера, но рыбы чуть шевелят жабрами.

Почему погибли рыбы? Почему обессилели еще до того, как были извлечены из привычной среды? Чем отличается километровая глубина от поверхностных слоев воды? На все один ответ — давление!

Огромное давление морских глубин — среда привычная для окуней. Их организм хорошо приспособлен к этим условиям. Внутри тела рыб давление такое же, как и снаружи — в морской глубине. Глубоководные обитатели — редкие гости в поверхностных водах. А если и поднимаются, то осторожно, приучая организм к изменению давления. Беда, если равновесие нарушится, да к тому же быстро, рывком, как поднимается глубоководный трал. Тут организму несдобровать.

Но почему в нашем повествовании о разреженном воздухе пошел вдруг разговор о толще морской воды и ее давлении? Мы, люди, живем на дне воздушного океана. А законы давления воды и воздуха примерно одни и те же. И если глубинные морские организмы подвергаются давлению толщи воды, то мы подвергаемся давлению толщи воздуха.

Когда же привычное нам давление воздуха уменьшается и нарушается равновесие между наружным и внутренним давлениями, то обитатели Земли испытывают примерно то же самое, что и глубинные жители моря, когда их вытаскивают на поверхность.

Вспомните птицу в опыте Герики. Она погибла, когда из-под колпака удалили воздух. Вспомните рыбу в опыте Бойля с ее лопнувшим плавательным пузырем.

Вспомните трагическую гибель спутников Тиссандье во время их злополучного подъема на воздушном шаре.

Больше, чем от недостатка кислорода, и животные и люди страдают от нарушенного равновесия давлений снаружи и внутри их тела.

Такое же изменение давления ощущают летчики при высотных полетах. Неприятные ощущения в разреженном воздухе испытывают и альпинисты, поднявшиеся высоко в горы. Но летчикам тяжелей — они быстро меняют высоту полета и подвергаются резкой смене давлений, альпинисты же медленно достигают высоты, и давление у них изменяется постепенно.

Изменение давления — грозный враг живого организма, привыкшего к постоянной плотности окружающей среды.

....

...Вот куда привели нас поиски пустоты на Земле.

Не странно ли: искать пустоту, найти ее, наконец создать ее, познакомиться с ее удивительными свойствами и убедиться в том, что это вовсе не проявление пустоты, а проявление особых свойств воздуха, разреженного воздуха, его веса, его плотности. А ведь сколько веков воздух казался людям неощутимым, невесомым.



**Разрежение не только существует,
но и работает**

С самого рождения мы привыкли к давлению воздуха и не замечаем его. Ведь клетки нашего тела то-

же содержат воздух и под тем же давлением, что и снаружи. Так и получается — сколько снаружи, столько и изнутри. А в результате никакого ощущения. Если же посчитать, то оказывается, что на уровне моря на каждый участок человеческого тела размером с копейку воздух давит с силой в один килограмм. А на все тело? На все тело давление воздуха равняется примерно десяти тоннам. И ничего, люди спокойно переносят его. А в горах?

С высотой давление уменьшается, как доказал еще Паскаль. Чем выше поднимается человек в гору, тем меньше воздуха остается над его головой.

Что же такое его давление?

Вот бутылка, заткнутая пробкой. Воздух, заключенный в ней, давит на стенки. Почему?

Множество крошечных частичек — молекул — воздуха непрерывно движутся. Движение — закон природы. Толкуются, хлопаются о стенки нашей бутылки, создавая тем самым давление. Чем молекул больше и чем резвее они летают, тем выше и давление в бутылке. А если откачать часть воздуха? Молекул станет меньше. Меньше будет происходить их столкновений с прозрачными стенками бутылки — значит, уменьшится и давление. Чем больше воздуха мы откачаем, тем меньшим станет его давление внутри бутылки. Внутри! А снаружи? Снаружи давление почти не меняется. Обычное атмосферное — один килограмм на квадратный сантиметр.

Вот уже внутри бутылки совсем маленьким осталось давление. Столбик ртути почти не поднимается в трубке барометра. И вдруг — трах! Наша бутылка разлетается на мелкие кусочки. Это наружное давление раздавило ее. Слишком большой оказалась разница между силами, давящими снаружи на стенки бутылки и изнутри.

Давление — сила! Огромная сила. И, как всякую силу, ее можно приспособить для своих нужд, заставить ее работать.

Эта сила покорила человека. Но подчинилась сравнительно недавно, тогда, когда были разгаданы ее секреты. Между тем тысячелетиями и веками эта сила использовалась самой природой, выполняя важную и разнообразную работу.

Но, наблюдая проявления этой работы, люди не находили им правильного объяснения.

Оглядимся вокруг повнимательней.

Вон в углу в паутине запуталась муха. Бьется, трепещет крыльями, жужжит... И из темного убежища уже торопится к ней сам хозяин ловушки — паук. Наскочил на жертву, приник к ней. И через несколько минут лишь пустая оболочка несчастного насекомого остается висеть в паутине. Высосана до капли!

Возьмем увеличительное стекло и рассмотрим паука. На его голове хорошо видны присоски. С их помощью он питается, высасывая жидкость из своих жертв. Питается, создавая в присосках разрежение.

Вот первый пример, в котором разность давлений используется природой.

А пиявки?

А моллюски, крепко присасывающиеся к камням?

А улитки, запросто ползающие по стеклянным, совершенно гладким стенкам аквариума?

Удивительный присасывающийся аппарат у спрутов. Щупальца их усеяны множеством присосков. Обхватит спрут ими камень или скалу, присосется — нипочем не оторвать.

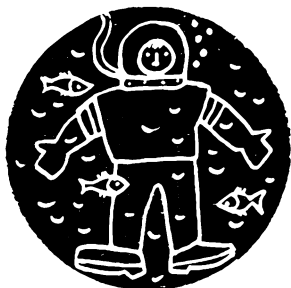
Рыбы-прилипалы совершают длительные путешествия, прикрепившись расположенными на голове присосками к днищу океанского корабля или, на худой конец, просто... к телу акулы.

Наконец, сам человек! Как человек пьет? Ведь и он создаст в полости рта разрежение и только потом вытягивает воду.

Как дышит человек? Расширяя грудную клетку и растягивая легкие. Опять работает разрежение, опять разность давлений.

Как видите, испокон веков мы окружены явлениями разрежения в природе.

Но должно было пройти много столетий, прежде чем удалось вскрыть механизм всех этих процессов. Только учение о свойствах разреженных газов помогло объяснить их.



Из стратосферы в глубины моря

Наверное, среди читателей этой книги немало убежденных сторонников подводного плавания, конечно, с маской и трубкой. А задумывались ли вы, почему трубки делают такими короткими, длиной всего в 25—30 сантиметров?

Или зачем водолазы наверху, на поверхности воды, изо

всех сил качают воздушную помпу, нагнетающую под давлением воздух в скафандр своего товарища, спустившегося на глубину?

Разве не разумнее было бы на верхнем конце шланга поместить воронку, укрепить ее на катере и заставить водолаза дышать обыкновенным свежим морским воздухом, не прошедшим через цилиндры насоса?

Конечно, лучше, но... невозможно. Уже на глубине двух метров давление воды, сжимающее грудную клетку, стало бы настолько большим, что легкие не смогли бы расширяться, чтобы создать разрежение и вдохнуть атмосферный воздух. Вот и приходится нагнетать воздух помпой.

На глубине водолаз похож на глубоководную рыбу. Давление газа внутри его тела значительно выше, чем на поверхности.

На глубине легким нужен воздух повышенного давления, чтобы уравновесить тяжесть воды. Тогда и кислород сможет раствориться в крови и обеспечить организм живительной силой.

Но вот кончились работы на дне, пора возвращаться на поверхность. Не вздумайте поднять водолаза единым махом. Помните историю с морскими окунями? Примерно такая же участь при быстром подъеме ожидает и человека.

При быстром подъеме, быстром понижении давления воды растворенные в крови газы — кислород и азот — не успеют покинуть ткани тела и начнут выделяться в виде пузырьков.

Пузырьки газа накапливаются в крови и раздувают мелкие сосудики. В конце концов те не выдерживают и лопаются. А пузырьки побольше могут даже закупорить и крупные сосуды и нарушить нормальное движение крови. Если это случится, сердце остановится. Но даже если несчастья не произойдет, накопление пузырьков нерастворившегося газа в организме очень болезненно.

Это явление называют кессонной болезнью. Впервые она проявилась, когда при работах в кессонах — подводных колоколах — люди не соблюдали мер предосторожности и из области повышенного давления быстро без остановок переходили в область нормального атмосферного давления.

Примерно такая же картина происходит при подъемах в высоту.

Когда воздухоплавание только зарождалось, ученые

не представляли еще себе, какие опасности подстерегают их на большой высоте.

Русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев поднялся на воздушном шаре на высоту 3000 метров и благополучно опустился. И все же Дмитрий Иванович вынес из этого воздушного путешествия твердое убеждение: на высоте нескольких километров одного добавочного пайка кислорода мало. Человек не переносит быстрой смены давления. И, чтобы не рисковать жизнью аэронавта, необходима герметическая кабина. Такая, внутри которой будут сохранены все земные условия.

Так родилась идея стратостата — высотного воздушного шара с герметической кабиной для экипажа.



Едва ли не самоубийство

Какое предельное разрежение воздуха способен перенести организм человека? Такой вопрос

возник в тридцатых годах нынешнего столетия. И задала его авиация.

В ту пору авиация только набирала высоту. С каждым новым полетом летчики проникали все выше и выше. Медицина и физиология должны были помочь авиации в этом штурме.

Прежде всего следовало выяснить, на какой высоте (или при каком разрежении) жизни человека угрожает опасность.

В те годы усовершенствованные насосы уже позволяли создать большое разрежение в больших объемах. На вооружении медиков появились специальные камеры пониженного давления — барокамеры.

Представьте себе маленькое уютное помещенье. Человек входит в такую кабину, чтобы остаться в ней до тех пор,

пока его не покинет сознание. Опыт опасный, едва ли не сознательное самоубийство. И все же смельчак находится.

Дверь за ним плотно закрывается. Он остается один. Толстые непроницаемые стены ограждают его от внешнего мира. Ни единый звук не нарушает тишину кабины.

Конечно, за человеком следят, за каждым его движением, за каждым вдохом.

Поначалу испытатель не чувствует ничего особенного. Он берет динамометр и сжимает его. Отличные показания! Сила пальцев нормальная.

Проходит еще некоторое время. Человек замечает, что устал. Его начинает клонить ко сну.

Он снова сжимает динамометр, но теперь в пальцах уже нет прежней силы.

В ушах появляется непрерывный шум. Болит голова, все предметы будто бы потемнели. И, странное дело, не ощущается ни вкус, ни запах. Человек пробует сосредоточиться. Не получается. Пытается решить простую арифметическую задачу и не может собраться с мыслями.

А ноги стали холодными как лед.

Человек судорожно зевает. У него посинели губы. Он не может заставить себя сделать простое движение. И наконец теряет сознание...

Опыт закончен, разрежение в барокамере соответствует высоте почти двенадцати километров над уровнем моря.

Пора начинать «спуск».

Отворяется дверь. Человека начинают приводить в чувство, ему делают искусственное дыхание. Только через четыре часа он начинает подавать признаки жизни...

Кто же герой? И как очутился он в этой камере?

Это известный советский физиолог, ученик Ивана Петровича Павлова, Леон Абгарович Орбели — профессор Военно-медицинской академии имени Кирова. В 1933 году он захотел первым испытать на себе, как влияет на организм уменьшение давления воздуха.

После Орбели такие опыты в барокамерах были повторены в разных странах. И вот что удалось установить.

Начиная с 4000 метров летчику необходим для дыхания кислород.

Высота в 11 тысяч метров — это граница, где летчика ожидает потеря сознания и верная смерть. Здесь не помогут кислородные приборы. Здесь нужна герметическая кабина.

На уровне земли артериальная кровь почти на 100 процентов насыщена кислородом. С подъемом на высоту воздух разреживается, доля давления кислорода (парциальное давление) в легких падает. Из крови начинает выделяться кислород. Впрочем, до высоты в две тысячи метров самочувствие летчика, собственно, не меняется. Но вот выше...

От двух до трех тысяч метров над землей сердце и легкие своей усиленной работой возмещают недостаток кислорода. Но на высотах более четырех тысяч метров организм уже не способен справиться сам. Эту высоту называют «порогом нарушений». Здесь летчик должен надевать кислородную маску.

На высоте восьми тысяч метров тому, кто остается без маски даже короткое время, угрожает глубокий обморок. Еще два километра — и для нормального дыхания необходим уже чистый кислород. А начиная с высоты двенадцать километров даже дыхание чистым кислородом не спасает организм от кислородного голодания. Газ нужно подавать под избыточным давлением.

Конечно, многое зависит от тренировок, от индивидуальных свойств организма летчика. Летчики-испытатели упорно приспособляются к кратковременному пребыванию на больших высотах. И многим это удается. Так, в 1935 году на одномоторном самолете конструкции Н. Н. Поликарпова летчик В. К. Коккинаки — ныне Герой Советского Союза — в открытой кабине с одной лишь кислородной маской на лице достиг рекордной высоты — четырнадцати тысяч пятисот семидесяти пяти метров.

Сегодня эта высота не предел даже для пассажирских реактивных самолетов. А военные машины поднялись гораздо выше.

Как же существует, как работает там человек?

Можно, конечно, постараться и сделать строго герметическую кабину. Но в боевых условиях в военный самолет может попасть снаряд или осколок — и кабина будет разгерметизирована. Что тогда?

Подавать под давлением кислород в маску. Но при большом избыточном давлении в легких дыхание быстро расстраивается, нарушается циркуляция крови, падает работоспособность. Кроме того, надо помочь организму — создать дополнительное давление на грудь, на живот, на все тело, равное давлению в легких. Так конструкторы пришли к мысли

о необходимости создания высотного компенсирующего костюма с герметическим шлемом. Вы, наверное, не раз видели в кинофильмах героев-летчиков, зашнурованных в узкие кожаные костюмы, чем-то напоминающих рыцарей в латах.

Высотное снаряжение не только обеспечивает летчика кислородом практически на любой высоте, оно защитит его и при аварии, когда может нарушиться герметизация кабины, или тогда, когда летчик покидает самолет с парашютом на высоте более пятнадцати километров.

Это очень сложное и умное снаряжение — высотный компенсирующий костюм. Когда в кабине давление нормальное, его оболочка свободно облегает тело. Но стоит произойти разгерметизации, как в течение двух-трех секунд в гермошлеме появится избыточное давление кислорода, а костюм натянется и обожмет тело пилота. Конечно, обеспечить полную компенсацию всей поверхности тела в таком снаряжении трудно. Остаются участки, не получающие достаточного противодействия. И потому высотный компенсирующий костюм предназначен только для высотных полетов, продолжающихся сравнительно недолго. Там, где в условиях пониженного давления приходится работать долго, — нужен скафандр.



Где начинается космос?

Наш век называют космическим. Одна за другой стартуют ракеты, унося людей в бездны пустоты.

Для человека, не защищенного специальным снаряжением, уже на высоте четырех тысяч метров начинается область, в которой ему трудно существовать. При быстром подъеме на высоту более четырех километров у незащищенного человека

начинается кессонная болезнь, как у водолаза. При быстром падении с такой же высоты из крови начинают выделяться пузырьки азота — наступает воздушная эмболия.

На высоте шестнадцати километров жидкости, находящиеся в тканях человека, переходят в газообразное состояние. Они как бы вскипают... А для человека — это смерть. Много барьеров приходится преодолевать человеку, прежде чем он выходит в открытый космос.

18 марта 1965 года летчик-космонавт Алексей Леонов впервые в истории Земли перешагнул порог чужого человеку мира Великой Пустоты. Скафандр, наспинный ранец и фал, которым космонавт был связан с кораблем, — вот и все снаряжение первопроходца.

Что же представлял собою его скафандр? Какие требования предъявлялись к космическому костюму космонавта,



кроме тех, что разработаны для высотных костюмов летчиков?

Прежде всего, конечно, защита от перегрева на солнце и от переохлаждения в тени. Затем — защита от ослепления солнечными лучами, защита от микрометеоров. И при этом человек в скафандре должен сохранять достаточную подвижность.

В безвоздушном пространстве тепло передается только в виде лучеиспускания. Значит, чтобы уменьшить нагрев, поверхность скафандра должна быть белого цвета. А для уменьшения отдачи тепла в тени применяется экранно-вакуумная тепловая изоляция. Это четыре — семь слоев пленки с зеркальной поверхностью, между которыми проложена сетка. Из этой пленки и шьется теплозащитный комбинезон. На шлем для защиты зрения надеваются светофильтры.

Назвать изящным такой комплект снаряжения трудно. Инженеры подсчитали, что космонавт в скафандре тратит на одно лишь переодевание примерно столько же сил, сколько борец на ковре во время схватки. Поэтому для экипажа космического корабля «Союз-5» были разработаны уже новые скафандры, более мягкие и удобные.

Итак: комплект верхней одежды, экранно-вакуумная тепловая изоляция, оболочка, шлем, ботинки и перчатки. На оболочке установлен регулятор, поддерживающий постоянное давление в скафандре. Перед тем как был открыт люк и произведена разгерметизация кабины, оба космонавта, А. Леонов и П. Беляев, целый час дышали чистым кислородом, чтобы избежать кессонной болезни при переходе к более низкому давлению. А уменьшить давление в скафандре по сравнению с кабиной «Востока» Леонову пришлось, чтобы более свободно двигать руками и ногами.

Выход советского космонавта в открытый космос показал, что земная техника в состоянии победить чуждое человеку безвоздушное пространство.

Вслед за Алексеем Леоновым из кабин космических кораблей выходили и другие советские и американские космонавты. И уже не просто «выходили», а работали, работали в невероятных условиях той самой «торричеллиевой пустоты», о которой каких-нибудь триста лет назад еще велись споры: «а существует ли?»



Зачем?

Мы свидетели того, как развивается, как набирает силы космическая эра. И наверное, не раз в голову каждого закрадывалась мысль: «А зачем?» Зачем нам этот космос? Зачем нам осваивать океанские глубины? Зачем стремиться в миры, вовсе не приспособленные для жизни человека, — в миры, где опасно быть человеком. Только в жестоких условиях космического полета понимаешь, как хрупок и нежен человеческий организм, как ловко он приспособлен к земным условиям и как трудно его сохранить в условиях неземных.

В таком полете космонавту все вредно: ускорение, вибрация и шум работающих двигателей. Вреден солнечный свет, не смягченный атмосферой. Один короткий взгляд на Солнце незащищенных глаз приводит к такому же серьезному ожогу сетчатки, какой получили японские рыбаки, увидевшие в Тихом океане взрыв американской атомной бомбы. Так и остались у них на сетчатке глаз рубцы грибовидной формы.

Космонавту вредно изменение температуры. Мы чувствуем себя хорошо, когда температура наших внутренних органов составляет примерно 37 градусов и изменяется чуть-чуть. Да знаете ли вы, что увеличение температуры вашего тела всего на 10% (ну-ка, посчитайте сами, сколько это будет) даже в короткий промежуток времени может привести организм к гибели? На Земле самое большое колебание температуры воздуха — от минус семидесяти до плюс пятидесяти градусов. В жару человек потеет, дышит, испускает теплые лучи, отводя губительное тепло от организма.

В холодных поясах к услугам исследователей всегда находится соответствующая одежда, которая помогает организму победить холод.

Но никакая одежда не поможет человеку приспособиться к условиям космического пространства. Когда космический

корабль проходит сквозь плотные слои атмосферы, температура его головной части и теплозащитной оболочки измеряется тысячами градусов. В таких условиях плавятся и испаряются защитные материалы, унося часть тепла в пространство, но только часть... В космическом же пространстве царит холод, близкий к абсолютному нулю.

У людей, привыкших к умеренному климату, при морозе ниже десяти градусов теряется гибкость пальцев. При плюс двадцати пяти градусах тяжелая физическая работа почти невозможна. При плюс тридцати — замедляется умственная деятельность. Как видите, человек способен переносить только ограниченные изменения температуры. Наконец, немалую опасность для человека в космосе представляет радиация — потоки заряженных и незаряженных частиц и электромагнитного излучения. И от них надо суметь защититься.

Когда Алексей Леонов первый раз вышел в космос, он нес поверх скафандра защитную оболочку как от радиации, так и от микрометеоров. Ведь американский космический корабль «Маринер-4» полностью вышел из строя 22 декабря 1967 года, встретившись с роем метеоритов.

Мы уже говорили о влиянии на организм пониженного давления окружающей среды. Говорили о том, как опасно резкое падение давления воздуха в кабине космического корабля — так называемая взрывная декомпрессия. А ведь есть еще и магнитные поля, и невесомость, целый комплекс медико-биологических проблем. И все это человек преодолевает, непреодолимо стремясь не только выйти, но и обжиться в космосе. Люди конструируют скафандры, чтобы в безвоздушном космическом пространстве научиться собирать орбитальные станции, чтобы построить обсерватории и перевалочные пункты на Луне. Зачем?..

Что ж, попробуем перечислить доводы «за». О доводах «против» мы уже говорили.

Летчик-космонавт, доктор технических наук Константин Феоктистов в одной из своих статей писал: «Когда были предприняты первые попытки, сделаны первые шаги для проникновения в космос, то едва ли не главной движущей силой явилось любопытство. Убедиться в том, что мы действительно можем это совершить. Узнать, а что там интересного, нового? Может ли человек жить в условиях невесомости? В общем-то, ведь сомнения были».

Прошло несколько лет.

Летчик-космонавт Владимир Шаталов, трижды побывавший в космосе, продолжил мысль Феокистова:

«Оказаться в космическом корабле хотят и физики, и метеорологи, и астрономы. Не ради экзотики, а для работы: в космосе прекрасные условия для экспериментов, для проверки гипотез, для наблюдений».

Чем же черное безвоздушное пространство за пределами атмосферы лучше обжитой и уютной земной лаборатории?

Первыми слово берут астрономы.

На пути наземных наблюдений стоят четыре главных барьера. Первый — атмосфера Земли, которая задерживает большую часть спектра электромагнитных колебаний и позволяет нам получать буквально крохи информации от щедрого потока, который изливают далекие звезды.

Второй барьер — тоже атмосфера Земли. Вихри и потоки воздуха смазывают изображение, не позволяют использовать большое увеличение телескопов, делая детали и подробности расплывчатыми и нерезкими. Третий барьер опять-таки создан атмосферой Земли: свет, который рассеивается в воздухе или образуется в нем далекими молниями, уличным освещением больших городов. Этот свет покрывает астрономические фотопластинки при длительной выдержке серой вуалью, скрывая далекие и слабосветящиеся звезды и туманности. И наконец, четвертый барьер — сила тяжести. Она изгибает крупные зеркала и линзы и тем самым ставит предел в строительстве больших инструментов. И лишь единственный рецепт поможет решить эти проблемы, сокрушить барьеры: выведение телескопа за пределы земной атмосферы на околоземную орбиту. Нужно строить внеземную обсерваторию. На орбите нет атмосферы, на орбите нет силы тяжести. Так говорят астрономы.

Еще сравнительно недавно о постройке орбитальной астрономической обсерватории писали только в фантастических романах. А сегодня?.. Сегодня большинство из нас несколько не удивится такому проекту. Ведь уже 19 апреля 1971 года на орбиту Земли с советского космодрома был выведен космический корабль «Салют». Это большой космический дом — объемом с современную двухкомнатную квартиру. В нем размещено около двух тысяч приборов, блоков и агрегатов. Установлено двадцать пультов управления. Это первая в истории человечества и космонавтики орбитальная станция. В 1975 году в ней уже проработали две смены советских кос-

монавтов. Вторая смена, Петр Климук и Виталий Севастьянов, в течение двух месяцев проводили здесь ряд сложных научных наблюдений.

Возможно, что в недалеком будущем астрономы, сказав дома: «Я — в обсерваторию!», будут отправляться на космодром, чтобы улететь за пределы земной атмосферы.

«Торричеллиева пустота», уже совершившая переворот в науке и во взглядах, теперь стала привычным и необходимым условием физических опытов. И физики требуют, чтобы в откачиваемом объеме оставалось все меньше частичек воздуха, меньше, меньше... Им нужны такие условия опыта, которые на Земле невозможно создать. Даже самые совершенные насосы земных лабораторий не дадут такого разрежения, какое в неограниченном количестве предлагает космос.

Атмосфера Земли — мощный фильтр для всевозможных космических гостей, прилетающих из пространства. В ней сгорает большинство метеоритов. Частицы сталкиваются с ядрами атомов воздуха и погибают, не добравшись до приборов, установленных физиками даже на вершинах гор.

А в космосе? В необъятных просторах «чистого» безвоздушного пространства физические явления протекают без всяких помех. Космос — это поистине уникальная физическая лаборатория.

Не меньше нужен космос и метеорологам.

Пять суток продолжался полет советского космического корабля «Союз-6», пилотируемого летчиком-космонавтом Георгием Шониным. И вот на одном из витков космонавты обнаружили тропический шторм у берегов Мексики. Внимательное наблюдение за состоянием облаков, тщательный анализ синоптической обстановки позволили определить, как, в каком направлении перемещается ураган. Люди были вовремя предупреждены.

Орбитальные станции погоды могут предупреждать о возможных бедствиях гораздо быстрее и надежнее, нежели наземные службы.

А заранее оповестить население о надвигающемся стихийном бедствии — значит сохранить жизнь тысяч, а то и сотен тысяч человек.

Мы привели лишь несколько примеров. На самом деле множество причин властно зовут человека в чужой и «пока еще не так хорошо изведанный мир «торричеллиевой пустоты».

Триста лет понадобилось человечеству, чтобы выяснить удивительные свойства торричеллиевой пустоты. Теперь мы знаем: это еще не пустота, не настоящее безвоздушное пространство, а область меньшего давления воздуха или большего разрежения его. И у этой непривычной для любого живого организма среды свои особые свойства, свои закономерности и законы.

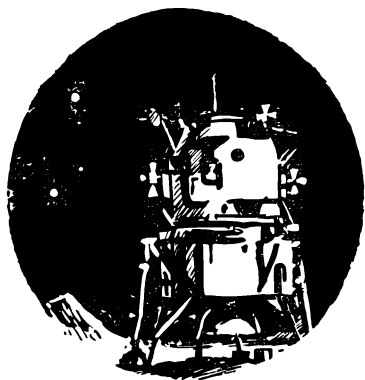
Триста лет прошло, прежде чем от первых робких опытов Торричелли и Паскаля люди перешли к опытам в барокамерах. И сегодня удивительная область разрежения «освоена». Люди знают, как к ней применяться, как защищать себя от ее губительного воздействия. Больше того, научились использовать удивительные свойства этой среды.

Заставили эти свойства работать на себя. Спросите сегодня любого специалиста: мог бы он обойтись без разрежения, без пустоты?

Если вы хотите знать, что он вам ответит, переверните страницу и прочтите вторую часть книги.

Часть вторая,

В КОТОРОЙ ВЫЯСНЯЕТСЯ,
ЧТО ПУСТОТА ПУСТОТЕ РОЗНЬ,
А ТАКЖЕ РАССКАЗЫВАЕТСЯ, ГДЕ И КАК
ПУСТОТА РАБОТАЕТ НА ЧЕЛОВЕКА





Разрежение — это еще не пустота

Все-таки, несмотря ни на какие преграды, люди научились откачивать воздух из закрытых сосудов. Научились, вопреки утверждению Аристотеля, «делать пустоту». Со временем воздушный насос стал привычным оборудованием не только лабораторий, но и заводов. И сегодня вряд ли кого удастся удивить «пустым» сосудом.

Но что значит: «откачать» маленький, пусть совсем незначительный сосудик — пузырек? И почему мы говорим, что это трудно сделать?

Попробуйте нырнуть с ведром в руках и под водой вычерпать из него воду. Вычерпывать и прикрывать, вычерпывать и прикрывать, прикрывать так, чтобы ни одна капелька не просочилась обратно. И все это там, на глубине, не поднимаясь на поверхность, когда вода и сверху, и снизу, и с боков — кругом. И давит, давит, давит...

Так же трудно, а может, еще труднее откачать воздух из сосуда на самом дне нашего воздушного океана. Ведь воздух окружает нас и сверху, и снизу, и с боков — кругом. И тоже давит, давит, давит...

Воздух — главный враг «пустоты». Чтобы успешно с ним бороться, следует знать, что он собой представляет, каковы его свойства.

Долгое время, почти до конца XVIII столетия, большинство ученых считало воздух простым элементом, некоторой тонкой однородной «эластической жидкостью». И лишь в 1777 году замечательный французский химик Антуан Ла-

столько песчинок, то на Земле выросла бы гора, соперничающая с вершинами самых горделивых пиков. Выходит, насколько высоченная гора больше наперстка, во столько раз и песчинка больше молекулы. Только примерно. Потому что песчинки в горе укладываются плотно, а молекулы в наперстке непрерывно движутся. Им там вовсе не тесно. Одни частицы вылетают наружу, другие занимают их места. Вечное, нескончаемое движение — закон природы.

Сравнение с песчинками будет еще полней, если мы добавим: каждая частица — молекула — имеет вес. Ведь воздушная оболочка над нашей планетой держится притяжением. Значит, сила притяжения сообщает вес и воздуху.

Вот и давят верхние слои на средние, средние на нижние, сгущая воздух над самой поверхностью до того состояния, к которому мы привыкли.

Если бы наша Земля была в сто раз больше по своим размерам, тогда увеличилась бы сила притяжения огромной планеты, увеличился бы вес всех предметов, находящихся на ее поверхности. Давление атмосферы возросло бы настолько, что нижние ее слои превратились бы в жидкость. Вся планета представляла бы тогда сплошной океан, температура которого приближалась бы к минус двумстам градусам.

Примерно такую картину могут встретить первые путешественники на планетах-гигантах нашей Солнечной системы — Сатурне и Юпитере.

И совсем иное явление ждет космонавтов, высадившихся на Луне. Луна мала. Притяжение ее в несколько раз слабее, чем притяжение Земли. И атмосферы на Луне поэтому почти нет! Слишком разреженный газ окружает наш спутник, чтобы называть его атмосферой. На Земле ни один инженер еще не сумел построить такой насос, который мог бы откачать воздух хотя бы из маленького сосуда до «лунного разрежения». Всегда, даже после самой тщательной откачки, в сосуде остается очень много молекул, гораздо больше, чем людей на земном шаре. Вот так «пустота»!

Естествоиспытатели прошлых веков принимали за пустоту просто разную степень разрежения воздуха. И когда ртутный столбик в барометрической трубке падал до нуля, наивно считали, что «пустота» достигнута. Поэтому в ранних исследованиях «пустоты» встречается много ошибок и противоречий. Грубые насосы, грубые измерительные приборы показывали то одни результаты, то другие.

Прошло немало времени, прежде чем ученые поняли: получить «пустоту» при помощи воздушного насоса — несбыточное желание. Надо довольствоваться разрежением и тщательно исследовать его свойства.



Когда воздух становится разреженным

Помните опыт фон Герике с несчастной птицей, посаженной в откачиваемый стеклянный шар?

Крылатая пленница погибла, едва в сосуде возникло разрежение. Так же погибла и рыба под воздушным колпаком Бойля, завяли растения, лишённые живительного воздуха.

«Ничто живое не живет без воздуха», — писали в своих книгах ученые. И это было истиной.

Воздух необходим и для горения. В разреженной атмосфере свеча гасла. Это важное свойство очень пригодилось людям в дальнейшем, и его полезно запомнить.

Интересно и то, что чуть-чуть подогретая вода при понижении давления бурно закипает. Значит, разрежение уменьшает температуру кипения.

Но, с другой стороны, нагреть что-либо, помещенное в откачанном сосуде, необыкновенно трудно. Создается впечатление, будто разрежение задерживает тепло. Да и не только тепло, но и звук.

Сначала люди только отмечали эти факты. Регистрировали и накапливали, не умея объяснить.

Теперь мы знаем, например, что воздух необходим для дыхания. Кислород, содержащийся в нем, помогает организму окислять — перерабатывать — пищу и освобождать энергию, необходимую для жизни. Именно поэтому путешественники в другие миры прежде всего позаботятся о воздухе. Воздух прежде всего, потом уже пища.

Горение — то же окисление, но протекающее энергично, с выделением большого количества тепла и сопровождающееся свечением.

А если нагревать вещество в разреженной атмосфере? Что ж, нагреваться оно будет, может даже раскалиться и засветиться ярким светом. Но оно не окислится и, следовательно, не будет гореть. Без воздуха не сгорит ни уголек, как бы его ни нагревали, ни проволока, по которой пропускают электрический ток. Расплавиться может, а сгореть не сгорит.

На столе стоит стакан с водой. Заметим уровень, до которого налита жидкость. Проходит день, проходит другой. Уровень воды в стакане понижается. Пройдет еще некоторое время, и стакан опустеет вовсе. Вода испарится. Почему?

Частички жидкости, так же как и частички газа, непрерывно движутся. Некоторые, наиболее быстрые, оказавшись на поверхности, вырываются из общего плена и уносятся в пространство. Не всем это, конечно, удается. Многие, едва выскочив, сталкиваются с молекулами воздуха и возвращаются обратно. Все же кое-кто да улизнет. Одна за другой, одна за другой — и стакан пустеет.

Однако напомним стакан снова и поставим под воздушный колокол. Из-под колокола откачаем воздух... В разреженном пространстве вылетевшим из жидкости молекулам дорога открыта. Никто их не отталкивает, не гонит обратно в стакан. Потому и жидкость быстрее испаряется.

Значит, мокрое белье в разреженном воздухе должно высыхать быстрее, нежели в обычных условиях. Поэтому и высокогорные озера теряют на испарение куда больше влаги, чем те, что находятся в долинах.

Проведем простой опыт. Нальем в стеклянную колбу воду и станем нагревать ее над пламенем горелки. Спустя немного времени вода закипит. Теперь быстро заткнем горлышко колбы пробкой, только поплотнее, чтобы не выскочила, а колбу перевернем и пустим на ее доньшко сильную струю холодной воды.

Казалось бы, кипение должно прекратиться. Ничуть не бывало. Под охлаждающей струей вода в колбе кипит и булькает ничуть не меньше, чем над пламенем горелки. Что за чудо?

Давайте разберемся. Когда вода только что сильно закипела, струя пара вытеснила часть находившегося в колбе воздуха. Его место занял пар. Но стоило заткнутую пробкой кол-

бу облить холодной водой, как пар сжался и превратился снова в воду. В колбе возникло разрежение. А при разрежении вода кипит при более низкой температуре. Вот и ответ на маленькое чудо!

Опытные альпинисты нередко подшучивают над новичком, предлагая ему высоко в горах сварить, например, кашу. Долго придется ждать незадачливому повару, пока разварится крупа...

Теперь осталось выяснить, почему разрежение почти не проводит тепло. Правда, сначала следовало бы договориться, что понимать под самим термином «тепло».

Мы уже убедились, что молекулы жидкости под влиянием нагрева движутся гораздо быстрее. Слово их кто-то подгоняет. Слово они получают откуда-то добавочную энергию для движения. Эта энергия и есть тепло.

То же самое происходит и с газом. Чем больше сообщить газу, например воздуху, энергии (тепла), тем ретивее будут двигаться его молекулы, тем чаще они будут сталкиваться с соседними, подгонять их. И тепло распространится дальше и дальше.

В разреженном воздухе осталось мало молекул газа, и потому нелегко им столкнуться друг с другом и перенести тепло из одной точки пространства в другую. Вот и получается, что разрежение — прекрасный теплоизолятор!

Первым эту мысль решил использовать английский физик и химик, член Лондонского Королевского общества Джеймс Дьюар. В самом конце прошлого столетия Дьюар столкнулся с неразрешимой, казалось бы, трудностью: как хранить охлажденные до чрезвычайно низкой температуры газы? Ни шуба, ни погреб не защищали с трудом добытые капризные жидкости от всепроникающего тепла.

Тогда-то Дьюар вспомнил о разрежении и его свойствах. Ученый заказал стеклодуву бутылку с двойными стенками. А у себя в лаборатории, присоединив воздушный насос к межстеночному пространству, выкачал из него воздух. Задача была решена. Сверххолодные жидкости жили в сосуде Дьюара раз в десять дольше, чем в любом другом. Со временем Дьюар усовершенствовал сосуд, покрыв его стенки, обращенные внутрь, в разрежение, блестящей серебряной пленкой. Пленка защищала содержимое сосуда от тепловых лучей, отражала их еще лучше, оберегала холод.

Сосуд Дьюара хорошо известен каждому. Это термос;

в нем долго не остывает горячая жидкость, долго не согревается холодная. Обычно сам сосуд запакован в жесткий корпус, чтобы хрупкое его стекло не разбилось.

Все эти свойства разреженного воздуха открыты много-много лет назад.

Как же используют их, как теперь заставляют работать на человека?



Разрежение — сила

Разрежение и его спутник, давление воздуха, начали нести свою службу более ста лет тому назад,

когда в Лондоне была создана линия пневматической почты.

От здания Центрального телеграфа к зданию Биржи положили большие трубы, а к ним присоединили воздуходувки и вентиляторы.

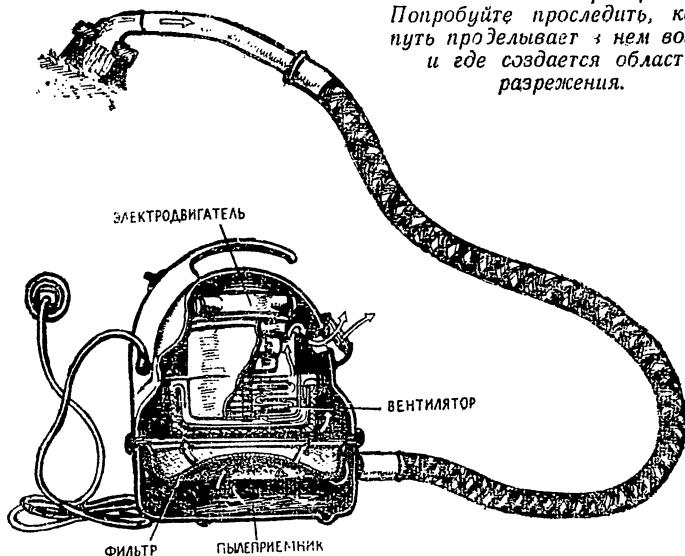
Стоило теперь на телеграфе запечатать депешу в круглый патрон, опустить его в приемник и открыть заслонку, как патрон тут же устремлялся (со скоростью десяти метров в секунду) по длинной трубе к Бирже. А тут, глядишь, звонит звонок — предупреждает: прибыл пакет!

Какая же сила заставляла пакет двигаться по трубопроводу? Давление и разрежение. Одни воздуходувки — вентиляторы — откачивали воздух из трубы, создавая в ней разрежение, другие же нагнетали в нее воздух и заставляли патрон двигаться.

Во многих городах мира есть такие линии пневмопочты.

Иногда система пневматического транспорта обслуживает только одно здание, связывает его этажи и разные концы. Иногда же, например в Париже, линия пневматической почты достигает 450 километров. Там по трубам пневмопочты передаются телеграммы и спешные письма городской почты.

*Знакомый прибор?
Попробуйте проследить, какой
путь проделывает в нем воздух
и где создается область
разрежения.*



И сегодня, несмотря на развитие электрического телеграфа, телефона и радио, пневматическая почта и пневматический транспорт еще не потеряли своего значения.

Вот хорошо знакомый всем прибор, работающий исключительно на принципе разрежения, — пылесос. Небольшой электромотор вращает вентилятор. Вентилятор выталкивает лопастями воздух и создает за ними разреженное пространство. Наружный воздух стремится занять его, проникнуть в камеру вентилятора и в своем движении захватывает пылинки. Внутри пылесоса есть мешок для пыли. Воздух проходит сквозь его стенки, а мелкие частички пыли остаются.

А доильные машины?

Что, кажется, особенного — подоить корову? Конечно, когда она одна. Ну, а когда их много? Профессия доярок — нелегкий труд. Через несколько лет работы у многих доярок начинают болеть руки.

Кроме того, при ручной дойке в молоко легко может попасть грязь.

Всех этих недостатков нет у доильных автоматов. Это со-

всем несложные приборы: воздушный насос, откачивающий воздух, двигатель, трубопровод. Чтобы вся система работала безотказно, нужно, чтобы пониженное давление поддерживалось и в доильном ведре. Для этого понадобилось закрыть ведро плотной крышкой. Теперь никакая грязь не проникнет в молоко.

Войдите в помещение молочной фермы в период дойки. «Тук-тук-тук...» — стучат клапаны коллектора, собирающего молоко. Тридцать пять — сорок пульсаций в минуту. «Ш-шу» — периодически шумит всасываемый воздух. Коровы стоят в стойлах спокойно. Жуют. Животные быстро привыкают к машинной дойке и ведут себя даже спокойнее, чем при ручной. Человеку остается только следить по прибору за разрежением, регулировать его да иногда погладить, похлопать лоснящиеся бока рогатого друга.

В помещении молочной фермы журчит молоко по шлангам, сливается в доильные ведра. На человека работает разрежение.



На службе здоровья

Что общего у здоровья и пустоты? На первый взгляд — ничего. Более того, лишенный живительно-

го воздуха мир — враг человеку, враг всему живому. И все-таки...

Представьте себе на минуту картину: пустыня, камни, песок, а над головой раскаленное знойное солнце. Все живое попряталось в темные норы, забилося под скалы, зарылось в сухую, пережженную землю. Все ли? Нет, в хаосе нагроможденных осколков то и дело мелькают выгоревшие добела шляпы археологов. Люди не сдаются солнцу, люди сильнее пустыни. Здесь в обвалах группа ученых обнаружила следы

древних поселений. Но если в центре пустыни жили люди, значит, и пустыня была здесь не всегда. Может быть, именно здесь, под раскаленными камнями, скрыт ключ к великой тайне. Ключ, который сторожат только время и песок...

Мелькают лопатки, с сухим шорохом катятся по склонам осколки камней. И вдруг — крик. Крик страшный, полный ужаса и боли. Как черная молния, метнулась от скалы огромная гюрза. Бросок, удар по ноге, резкая боль, как от ожога, и... все. И снова пусто вокруг. Лишь в струях горячего воздуха колышутся и пляшут верхушки барханов. Человек молчит. С ужасом смотрит он на свою ногу с двумя крошечными розовыми точками выше колена. Человек знает: яд гюрзы, одной из самых ядовитых змей нашей страны, осечек не дает.

Нельзя терять ни одной секунды. Счет времени идет на мгновения. Тугая перетяжка — и острый, прокаленный в огне спиртовки нож делает два крестообразных надреза. Раз и еще раз. Из надрезов выступают капельки крови. Той самой, в которую уже проник яд. Ее надо удалить во что бы то ни стало. Но под руками нет никаких медицинских аппаратов. И тогда на помощь приходит метод, хорошо известный еще в глубокой древности. Яд нужно высосать из ранки вместе с кровью. Так лечили не только укусы ядовитых змей. В далекие времена, когда познания человека в медицине оставляли желать много лучшего, знахари и шаманы высасыванием лечили многие раны. И пациенты выздоравливали. Причем, эти раны заживали гораздо быстрее, чем обработанные любыми другими средствами.

С незапамятных времен врачи прописывали банки при простуде, использовали пониженное давление для лечения самых разных недугов, в общем, пользовались им вовсю, нисколько не задумываясь о том, что работает-то на них пустота.

Но настало время, когда пришлось человеку поразмыслить о своем союзнике. Случилось это так.

1943 год. Трудное и жестокое время. Война с фашистской Германией. Искалеченных, истекающих кровью людей везут на восток. В каждом городе — госпитали. Больницы переполнены. Раненых размещали в зданиях школ, и ребята превращались в санитаров. В стране не хватало перевязочных материалов.

Командующий медицинской службой Ленинградского

фронта предложил молодому военному врачу Александру Софронову подумать над тем, как изготовить аппарат, который позволял бы обрабатывать раны, экономя перевязочные материалы.

Задание не из легких, особенно если учесть, что ответ нужно было дать в самое короткое время. И тогда хирург Софронов вспомнил, как, будучи еще курсантом ленинградской Военно-медицинской академии, он усовершенствовал обыкновенный фонендоскоп (аппарат для выслушивания), превратив его в присоску. Мягкие, эластичные края небольшой резиновой воронки прижимались к груди больного, вытесняли воздух и, присосавшись, отлично держались, не требуя пальцев доктора. Это устраняло посторонние шорохи, шумы в приборе. Выходит, что вакуум способен производить механическую работу без постороннего вмешательства...

Аппарат, который чистит раны без ваты и марли... Решение было где-то рядом.

И вот хирург в мастерских прифронтового аэродрома. Со знанием дела перебирает он техническое имущество хмурых, прижимистых старшин. Со знанием дела потому, что всего несколько лет назад имя Александра Софронова было хорошо знакомо на Брянском машиностроительном заводе, где молодой паренек работал электросварщиком.

Но вот найдено то, что нужно: авиационная помпа, которую из обычного масляного насоса Софронов превращает в аппарат, способный перед операцией отсасывать из раны продукты распада, чистить ее.

Не сразу пошло все так, как хотелось. Немало было и неприятностей с несовершенным агрегатом. Но когда схлынула лихорадка напряженных дней, когда появилась возможность оглядеться вокруг, оказалось, что уже накопился некоторый опыт в работе с новым аппаратом. И опыт этот позволял сделать удивительные выводы: раны, обработанные отсосом, заживали значительно лучше и быстрее обычного.

Шли годы. Хирург Софронов совершенствовал свою методику. Теперь уже многочисленные факты неоспоримо доказывали пользу от разрежения при лечении не только ран, но и всевозможных незаживающих язв, карбункулов и других недугов. А авиационная помпа, превратившаяся в современный медицинский аппарат, уже разошлась по многим больницам нашей страны,



Необычный патент горного инженера

Лет сорок тому назад советскому горному инженеру Г. Э. Лаппа-Старженецкому довелось ремон-

тировать установку, создающую разрежение. Установка была старой, ею давно не пользовались. Тем не менее большой запыленный колпак прочно держался на отполированной шайбе. С трудом сдвинул его с места инженер. И удивился: под колпаком лежала клюквина. Красная, тугая, покрытая блестящей кожицей. Словом, ягода только что с куста.

Лаппа-Старженецкий осмотрел внимательно колпак. Нет! На пыльной поверхности следы только его пальцев. А слой пыли позволяет предположить, что уж год-то во всяком случае колпак с места не трогали.

Что за чепуха! Как же попала туда свежая клюква?

Инженеры — народ, не доверяющий чудесам. Еще на студенческой скамье они прочно усваивают формулу «чудес не бывает» и дальше, в течение всей жизни, встречаясь с удивительным и необычайным, первым делом испытывают его с помощью законов природы и опытов. Существует даже сказка о том, как однажды перед одним инженером-физиком появился злой дух. Дух был послан, чтобы забрать душу инженера и отнести ее в ад. Однако физик, не поверив в реальность видения, загнал его под воздушный колокол, испытал на разряд, выяснил спектральный состав, а потом откачал. И духа как не бывало.

Лаппа-Старженецкий взял клюкву в руки, чтобы рассмотреть поподробнее. И тут обнаружил, что она легкая, как пушинка. Легкая потому, что совершенно сухая.

Каждый, наверное, тысячу раз видел сухую клюкву — почерневшую, сморщенную кожицу, ягоду не ягоду, без вкуса, без запаха. Когда же клюкву горного инженера положили в воду, она сразу набухла, словно ожила, налилась соком. И вкусом почти не отличалась от свежей. Естественно, что

узнать вкус чего-либо можно, только съев его. Клюквы не стало.

Инженер продолжал ремонтировать установку, а сам думал... Утром следующего дня он завернул перед работой на базар и купил кулек темно-красных ягод.

Начались испытания «злого духа». День, два, три... Настоящие секреты никогда не открываются сразу. Лаппа-Старженецкому пришлось не раз путешествовать на базар. К нему стали даже приглядываться: что за любитель клюквы нашелся?

И вот наконец-то успех. Полный. Заслуженный. Оказывается, лед способен испаряться, переходить в пар, минуя жидкое состояние. Это свойство называют сублимацией. Стоило поместить ягоды под колпак и быстро, обязательно быстро, откачать из-под него воздух, — клюквины замерзали. А затем вода, превратившаяся в лед, улетучивалась, и под колпаком оставались тугие красные шарики, своим строением напоминавшие сухую губку.

Сколько ни храни ее, теперь сухая ягода не испортится, ведь микроорганизмы развиваются в воде.

При этом ягода сохраняет форму, потому что ее скелетик предварительно заморозили, сделали твердым.

Ягода не теряет цвета и вкуса, потому что сублимируется, или возгоняется, только чистая вода, а все соли остаются внутри.

Ягода остается такой же питательной, потому что низкие температуры не разрушают биологических свойств и предохраняют витамины от окисления.

И, что очень важно, в ягоде, высушенной разрежением, сохраняется много тоненьких трубочек-капилляров. Стоит только погрузить ее в воду, как ягода набухает, словно оживает. Ешьте, пожалуйста!

Работы закончились в 1921 году. Автор получил несколько неожиданный для горного инженера патент на изобретение. Но, увы, как это часто бывает, его метод родился преждевременно. В стране не было еще ни мощных холодильников, ни промышленных установок, создающих разрежение. И открытие советского инженера не могло еще найти широкого применения.

Этим способом сушки заинтересовались только после второй мировой войны, и заинтересовались не пищевики, а медики.

Они искали наилучшие способы сохранения лекарств: антибиотиков, вакцин и других препаратов.

Ведь если все эти нежные препараты сушить обычным тепловым способом, то вода, уходящая наружу по трубочкам-капиллярам, прежде всего захватит с собой и все соли и, следовательно, изменит состав лекарств. Кроме того, разрушатся витамины, свернутся белки, окислятся жиры, и препарат не будет способен восстановить свои прежние свойства.

У сушки под разрежением всех этих недостатков нет.

Если вам придется покупать в аптеке пенициллин в порошке или противогриппозную сыворотку, вспомните, что эти лекарства помогло приготовить разрежение.

В скором будущем и консервированные продукты будут изготавливать по новому способу. Тогда отпадет множество перевозок, сократятся затраты на строительство складов-холодильников. На стол будут подавать всегда свежие овощи, фрукты, молоко и мясо, сколько бы их до этого ни хранили.

Особенно ценны сухие питательные продукты при космических полетах. Ведь здесь приходится учитывать каждый лишний грамм веса.



Разрежение — кондитер

Испокон веков летом в разгар ягодного сезона хозяйки варят варенье; загружают таз ягодами, посыпают их сахарным песком и варят, варят, варят.

Проходит час, другой, третий, а будущее варенье все булькает себе и булькает на огне. Ты уже давно глотаешь слюнки, а лишняя вода никак не может выкипеть из ягод. Варенье все еще не готово.

Рецепт варки варенья не сложный, но занятие само по себе хлопотливое, а главное, очень долгое.

А если варить варенье не для одной только семьи, и не в одном тазу, а на фабрике, где в котлы загружают тонны ягод? Сколько уйдет времени? Да что время! С этим еще можно было бы примириться. Хуже всего, что при длительной варке улетучивается аромат ягод и фруктов и разрушаются ценные целебные витамины.

С конфетами — карамелью — еще хуже, там из сиропа не лишнюю, а всю воду выпаривать приходится. Иначе не застынет. А это значит — варить еще дольше... Понятно, что после такой варки трудно разобрать, из каких ягод приготовлен сироп, все расплзлось, разварилось...

Не так давно, чтобы придать сиропу запах и аромат настоящих фруктов, в него добавляли эссенции. Допустим, добавили в яблочный сироп эссенцию с запахом земляники, и никто не догадается, что в котел были загружены чудесные душистые яблоки.

И вот у кондитеров возник вопрос: а нельзя ли карамель варить так, чтобы вместе с ароматом свежих фруктов сохранялись бы и витамины?

На первый взгляд задача не просто трудная, а неразрешимая.

Чтобы превратить сироп в карамельную массу, из него нужно выпарить всю воду. Это означает либо долгую варку, либо высокую температуру. И то и другое для витаминов губель! Вместе с паром из фруктов и ягод улетучиваются их замечательные, драгоценные свойства.

Вспомним опыты почтенного Роберта Бойля. Под колпаком «большой пневматической машины» чуть теплая вода закипала, когда снижалось давление: прыгали и плескались пузырьки, от сосуда валил пар... Слегка подогретая вода при разрежении энергично испарялась.

Не разрежение ли выручит и мастеров-кондитеров? Так, по совету ученых, на кондитерской фабрике над котлами появились крышки и присоединенные к ним воздушные насосы.

Уже первые опыты обрадовали кондитеров. И времени тратится меньше, и расход топлива уменьшился, а главное, конфеты стали не только ароматней и вкусней, но и полезней. Потому что в карамели и начинке, сваренных при разрежении, сохраняются витамины. Получаются не просто вкусные

карамельки, а витаминизированные и, следовательно, целебные.

На одной «конфетной конференции», какие собирают время от времени кондитеры, внимание привлекла небольшая коробка с обычной карамелью «яблочко». Выглядела она совсем скромно среди роскошных и чванливых шоколадных красавцев. Но все обратили внимание именно на «яблочко». А обратив, попробовали. А попробовав, удивились — очень вкусно...

На конфетном съезде собираются опытные мастера, их не проведешь. И вдруг простая, но такая чудесная карамель...

— Как она приготовлена, — посыпались вопросы, — какой рецепт варки?

— Рецепт обычный, такой же, как на других фабриках, — следовал ответ. — Только способ варки необычный, ускоренный.

Мы не станем описывать вкуса этих карамелек, что толку? Все равно никто не ощутит ни их сладости, ни аромата, сколько бы строк он ни прочел. Выход один — пойти в магазин и купить конфеты: сто граммов обычных карамелек и сто граммов витаминизированных. Купить, понюхать и съесть. Сразу разницу заметишь.

Как же все-таки сварили эти вкуснейшие конфеты? Пройдем в цех кондитерской фабрики. Кругом чистота, белизна. А запах!

Первое, что замечаешь в карамельном цеху, — удивительный агрегат: два огромных котла, будто поставленные друг на друга. Днища у котлов круглые, как магдебургские полушария. Верхний одет в массивную чугунную рубашку. Под ней шипит пар. Из котлов в разные стороны идут толстые и тонкие трубы, и где-то неподалеку булькает воздушный насос.

Прямо при нас в верхний котел загружают триста килограммов ягод, смородины или вишни, кому что нравится. Загрузили и захлопнули крышку. И сейчас же насос забулькал хлопотливо, поспешно и даже как-то сердито.

Мы не ожидали попробовать конфеты, сваренные из тех самых ягод или фруктов, которые при нас засыпали в котел. Чтобы уварить триста килограммов массы, понадобится не меньше двух суток. Но мы ошиблись. Только кончилась наша экскурсия по вкусным цехам, как — пожалуйста — перед на-

ми на подносе горка еще теплой карамели. Из тех самых ягод. А ведь прошло всего два часа.

Так «работает» разрежение на конфетной фабрике. И всего удивительней, что разрежение это совсем незначительное.



Фотолюбители, внимание!

Взяв в руки фотокамеру, вы прежде всего смотрите на ее объектив.

«Просветленный!» — с уважением называете вы отливающий синевой или золотистый, как капля свежего меда, глаз фотоаппарата.

Просветленный — значит специально обработанный. От поверхности такого объектива отражается гораздо меньше световых лучей, чем у обычного. Поэтому они пропускают гораздо больше света внутрь камеры и позволяют применять пленку меньшей чувствительности.

Просветленные линзы биноклей и стереотруб позволяют лучше видеть в сумерках, телескопов — яснее наблюдать ночное небо... Микроскопы и кинокамеры, бесчисленные оптические приборы. Самое главное требование к ним — иметь меньше потерь света.

Этому-то и способствует просветление.

Но пора, пожалуй, рассказать о том, что же означает сам термин и, главное, какое отношение к нему имеет предмет нашей книжки — разреженный воздух?

Начнем с истории.

В двадцатых годах нашего столетия в Петрограде только что организовался Государственный оптический институт. Впрочем, институтом назвать его было трудно. В лабораториях было больше энтузиастов, чем оптических приборов. И не удивительно. После революции и гражданской войны

в стране царил разруха. Стояли заводы. Не хватало топлива. В холодных мастерских вручную, без станков, ремонтировали паровозы. Да и кто ремонтировал? Большинство квалифицированных рабочих сражались на фронтах. Многие ушли в деревню. Оставалась молодежь — неспециалисты. Но если паровоз починить при помощи кувалды и зубила еще кое-как можно, то в Институте оптики техника требовала высочайшей культуры производства, точности...

В ту пору одной из лабораторий института понадобился фотоаппарат. Но где его достать? Ни за какие деньги нельзя было раздобыть камеру даже в Петрограде. Пришлось самим собрать ее из старых линз. За дело взялись два молодых сотрудника — будущие советские академики — химик Илья Васильевич Гребенщиков и физик Александр Алексеевич Лебедев.

Задуманное далось нелегко. Молодые оптики долго мудрили над старыми линзами. Сомневались, тревожились. И напрасно. Фотоаппарат получился на славу. Он давал сочные, контрастные снимки, обладал большой светосилой.

Через некоторое время потребовался второй аппарат. Собрать его было куда проще. Пригодился опыт. Нашлись и новые линзы. Из свежего, только что сваренного стекла, прямо из-под рук полировщиков... Приятно было взять в руки эти прозрачные, как ключевая вода, стекла.

Но удивительное дело: аппарат из старых, пролежавших не один год линз работал куда лучше, чем из новых. Работники лаборатории только руками разводили. Кажется, все то же: и чувствительность фотопластинок и условия съемки, а негативы серые, неконтрастные. Чудо? Но чудес в науке и технике не бывает. Снова Гребенщиков и Лебедев взялись за работу. Надо же выяснить, почему старые линзы лучше новых.

День проходил за днем, неделя за неделей. Разгадка не давалась. Не так легко догадаться, что стекло со временем стареет. Да, да, не удивляйтесь! Постепенно на его поверхности образуется тоненькая пленка окиси. Она-то и преломляет лучи света иначе, чем само стекло. В результате старые, окисленные линзы гораздо меньше теряют отраженного света, чем новые, не окисленные, а значит, больше пропускают лучей вовнутрь. Следовательно, объектив из окисленных линз более прозрачен для света — более светосильный.

Открытие неожиданное и замечательное! Вывод напраши-

вался сам собой: хочешь получать хорошие линзы, — запасай их впрок и жди, пока они «состарятся».

Способ простой. Но кто согласится ждать годами, пока просветлятся эти линзы? А нельзя ли пленку — окисел — создать ускоренно, искусственно?

Новая задача, и за ее решение берутся опять Гребенщиков и Лебедев. К ним присоединяется еще химик — Николай Николаевич Качалов, будущий член-корреспондент Академии наук. Втроем они разрабатывают способ варки оптического стекла с заранее заданной степенью старения.

И все-таки специальное стекло — это не решение проблемы. Надо найти способ создания на поверхности самого обычного стекла тонкой просветляющей пленки.

Трудность заключалась в том, что пленка должна быть совершенно прозрачной, тоненькой и прочной. Сколько ни бились, никак не удавалось удовлетворить все требования. Пленки получались либо толстыми и малопрозрачными, либо тонкими и непрочными. А самое главное, какие бы чистые химические вещества ни применялись для обработки стекла, соединяясь с воздухом, все они давали некоторое помутнение. Помутнение — самый страшный бич оптических приборов. Попробовали обрабатывать стекла в разреженной атмосфере.

Зачем же откачивать воздух? А для того, чтобы путь молекул испаряемого вещества был прямым, чтобы они не сталкивались с молекулами газа и между ними не происходили химические реакции. Именно из-за этих химических реакций — окисления и соединения вещества с кислородом воздуха — пленки получались мутными и грязными.

А в разреженной атмосфере, где молекул воздуха остается мало и они редки, не происходит окисления, и пленки выходят чистые, блестящие. При такой обработке легко регулировать и толщину пленок. Заказывайте хоть слоем в одну молекулу.

Так разрежение помогло оптикам завершить долгую историю поисков и создать окисленные линзы. Зеркала, объективы и окуляры множества телескопов, микроскопов, фотоаппаратов, биноклей, их призмы и линзы подвергаются теперь такой обработке в разреженной атмосфере.

Разрежение по-настоящему проложило дорогу просветленной линзе. И хотя сейчас разрабатывают новые способы получения сверхзорких линз, воздушные насосы отступают неохотно.



Разрежение разрушает

Разрежение, как и любая природная сила, слепо. И задача человека — ученого, инженера — заставить его работать на пользу людей или же оградить себя от непредвиденных неожиданностей. А неожиданности бывают, и нередко.

Впервые это случилось при испытании новейшего английского быстроходного миноносца еще перед началом второй мировой войны. Построенное судно было торжественно спущено на воду. И специальная команда приступила к испытаниям. Красавец корабль — гордость флота Великобритании, — наращивая скорость, шел вдоль берегов.

— Полный ход!

Ручки машинного телеграфа со звоном повернулись. Глухо взревели двигатели. Высокие пенные буруны встали у носа корабля. И вдруг...

«Бах! Бах! Бах!» — страшные удары потрясли корму. Сначала один, другой, потом три сразу. Серия ударов! Казалось, кто-то огромный, невидимый бьет по винтам гигантской кувалдой.

— Тихий ход! Стоп машина!

Удары прекратились. Снова военный корабль набирает ход.

— Полный вперед!

«Трах-трах!»

— Ваша честь, левый винт не дает оборотов...

Огромные лопасти, сделанные из лучшей английской стали, погнуты и словно обгрызены огромными зубами невиданного чудовища. И самое удивительное, — комиссия не нашла причин страшной аварии.

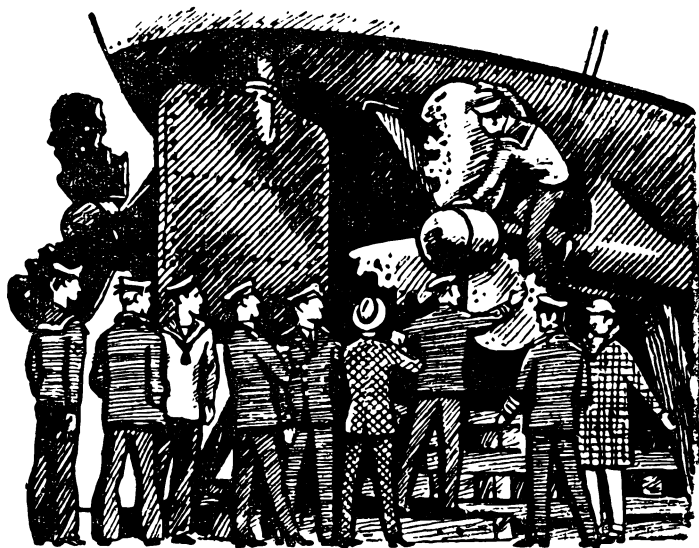
Прошло несколько лет. И снова мир потрясен известием о страшной катастрофе. На этот раз в Соединенных Штатах

Америки. Высокие гости — члены государственного департамента — прибыли, чтобы присутствовать на пуске одной из плотин. Оживление царило на строительстве. Конечно, беспокоиться нечего. Люди давно научились строить плотины. Бетонные плотины — самый распространенный тип сооружений в гидротехнике. Каких неожиданностей ждать?

Медленно ползут вверх щиты, преграждавшие доступ воде в напорный тоннель. Журчание первых ручейков превращается в рев мощного потока.

«Браво! Браво!»

И вдруг грохот взрывов. Вода, не успевая промчаться сквозь сузившийся внезапно тоннель, переливается через края котлована, грозя затопить все вокруг. Крики радости сменяются воплями страха...



Словно зубы гигантского чудовища изгрызли винты английского миноносца. «Что бы это могло быть?» — удивлялись члены адмиралтейской комиссии.



*Невидимое чудовище проползло и
сквозь этот тоннель — водовод.*

Когда вновь опустили тяжелые щиты и последние потоки покинули грандиозную трубу, инженеры вошли в тоннель... Печальное зрелище предстало перед ними. Огромные глыбы бетона, вырванные из стен неизвестной силой, загромождали тоннель.

Работу приходилось начинать сначала. Но прежде следовало разобраться, в чем же причина аварии.

Тогда-то в технике родилось новое название — кавитация. Происходит оно от латинского слова «кавитас», означающего «пустота».

Представь себя в лодке. Мощными гребками ты посылаешь суденышко вперед. Р-раз! Р-раз!

За веслами по спокойной воде бегут водовороты и воронки. Вода не поспевает за твоими гребками...

Теперь возвратимся к английскому миноносцу. Винт корабля — те же весла. Только гребут они во много раз быстрее.

Настолько быстро, что, при неудачной конструкции винта, вода не успевает следовать за мелькающими лопастями, разрывается, образуя большие пустоты-пузыри с разрежением.

Давление в пузыре такое низкое, что окружающая вода с силой устремляется туда, сталкивается, создавая удар вроде гидравлического молота.

Этот удар, обрушиваясь на корабельные винты, гнул их и обламывал кромки.

То же явление возникло и в американском напорном тоннеле. Инженеры недостаточно рассчитали скорость протекающего потока, и она оказалась слишком большой. Слой воды, омывающий неподвижные стены тоннеля, тормозился, а внутренняя часть струи рвалась вперед. И снова поток разрывался, рождая могучие кавитационные удары. Они и разрушали стены тоннеля.

Кавитация доставила множество неприятностей и убытков

людям. Случалось, кавитационные силы, обрушиваясь на корпус корабля, не разрушали его, но вызывали такую вибрацию стенок и такой грохот, что люди не могли оставаться в каютах.

Так показывает свою силу безобидное разрежение. И не только в тоннелях или на лопастях океанских кораблей можно увидеть результаты его работы. Совсем простой пример.

Многих удивляет: почему изнашиваются бетонные дороги — гладкое бетонное шоссе, выложенное тяжелыми плитами? Проходит год, два, три, и на твердых плитах, казалось бы не поддающихся даже ударам стального лома, появляются неровности и выбоины. Отчего? Неужели от мягких резиновых шин проходящих автомобилей?

Оказывается, и здесь бесчинствует разрежение. Та же кавитация, только теперь уже не в воде, а в воздухе. Когда эластичная пневматическая шина сначала плотно прижимается, а затем быстро отрывается от поверхности шоссе, на какое-то мгновение между ними создается разрежение — кавитационный пузырек. Он тут же с силой заполняется окружающим воздухом. Этот-то воздух и отрывает крохотные частицы бетона от дороги, и они пылью уносятся в сторону. Частичка за частичкой, частичка за частичкой... И на дороге — выбоина! Безобидный, казалось бы, воздух при пониженном давлении оборачивается грозным врагом. Но как ни могучи силы, скрытые в разрежении воздуха, человек сумел подчинить их



Разрежение строит и упрочняет

Да, да, разрежение может помогать строить, созидать, упрочнять.

В каждом нашем городе идет большое строительство. Дома вырастают, сложенные и из кирпича, и из отдельных бе-

тонных плит, и даже из целых квартир, отлитых и собранных на заводе из железобетонных конструкций.

Бетон — на строительстве домов. Бетон — на строительстве новых дорог, плотин, аэродромов...

Склады, склады, транспортный цех, дозировочный и смесительный, лаборатории, силовая установка — таков бетонный завод-автомат. Управляет всем процессом производства оператор со своего пульта.

Вот ленточный транспортер несет на себе целую дорожку песка. Элеватор поставляет цемент, замечательный советский цемент, славящийся на весь мир. Тонкая белая пыль курится над элеватором. В специальном бункере составляется сухая смесь. Когда бункер заполнится, смесь засыпается в бетономешалку. И сразу же туда подается вода.

Итак: вяжущее вещество — цемент, наполнитель — песок или гравий и вода, тщательно перемешанные, создают бетон.

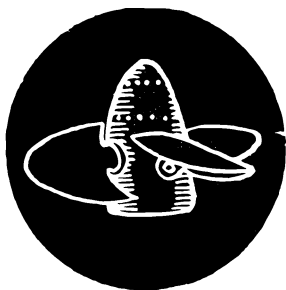
Кажется, что может быть прочнее этой бетонной массы?

И все-таки есть враги у бетона. И самый первый «друг-враг» — вода. Без воды раствора не приготовишь. Это так.

Но если воды слишком много, а бетон затвердел... Сняли с постройки опалубку, все, кажется, в порядке. А внутри, в самой толще, затаилась лишняя вода. Маленькие, почти незаметные капельки. Прошло лето, ударили морозы. Вода при замерзании расширяется. Расширяется с такой силой, какую не удержит никакая броня. Вот капельки-льдинки и сдвинули зернышки бетона со своего места, Чуть-чуть сдвинули, почти незаметно. Потом снова стало тепло. Льдинки растаяли. Тепло — холодно, тепло — холодно. Климат плюс время, плюс вода расшатала бетонную глыбу.

Другой враг прочности — воздух. Пузырьки воздуха тоже нарушают единство монолита, помогают разрушению бетона.

Значит, секрет прочности — отсосать лишнюю воду, вытянуть воздух из бетонного изделия. Как это сделать? Оказывается, при помощи разрежения. И вот на залитую бетоном форму накладывают большие щиты, соединенные с мощными воздушными насосами. Десять — пятнадцать минут разрежения всего до пятисот миллиметров ртутного столба — и изделие одевается бетонной броней толщиной в двадцать сантиметров. Внутреннее давление выжимает лишнюю воду и воздух в разреженную область, а оттуда их откачивают насосами. Бетон оседает, спрессовывается. Такой броне ничто не страшно. Сто лет будет стоять — не разрушится.



Секрет прочности стали

Крутится вал быстроходной турбины, несет на себе огромную тяжесть. Вал — самая ответственная деталь агрегата. Выкован он из слитка металла, равного по весу реактивному самолету ТУ-104 вместе со всеми пассажирами. Ревет пар, ударяя в лопатки могучей турбины. Тысячи оборотов в минуту делает гигантский вал.

И вдруг... грохот, свист. Катастрофа! Гудят сирены, к зданию электростанции мчат машины.

Треснул вал! Разрушился на полном ходу. Сорвалось колесо, развалило стену здания, разметало, разрушило труд сотен людей. Может быть, катастрофа стоила кому-то жизни...

Со всех концов съезжаются эксперты — самые опытные, самые знающие инженеры. Их задача — найти причину аварии. Много часов проводят они возле искореженного гиганта. И вот причина установлена — несколько маленьких, едва заметных газовых пузырьков, спрятавшихся в середине излома.

Газ в металле! Он нарушил прочность огромного вала. Нарушил монолитность металла, привел к тому, что деталь не выдержала нагрузки.

Более ста лет назад русский металлург генерал-майор корпуса горных инженеров Павел Петрович Аносов впервые разглядел на изломе стального слитка следы крохотных пузырьков газа.

В период плавки бурлящий металл пронизывают целые потоки газов. Некоторые пузырьки газа остаются и после застывания в слитках. Эти-то пузырьки и есть главный враг прочности. Убрать газ из расплава — это задача первостепенной важности.

Убрать-то хорошо бы, но как?

Вспомните бутылку с лимонадом. Пока она закрыта пробкой, лимонад в ней — вода водой. А раскупоришь — закипит, запузырится.

Это происходит оттого, что бутылки с лимонадом, перед тем как закрыть пробкой, наполняют углекислым газом под большим давлением. Наполняют и закупоривают. Газу некуда деваться — он и растворяется в лимонаде. А откроешь пробку — давление снаружи меньше, чем в бутылке, растворенный газ устремляется вон из лимонада.

В любой жидкости, даже в воде из речки или озера, растворено много воздуха. Только не под повышенным, а под обычным, атмосферным, давлением. Налей такую воду в бутылку или колбу, начни откачивать воздух, сразу увидишь, как побегут пузырьки и со дна, и со стенок. Не поймешь даже, откуда они рождаются.

Но если можно разрежением выгнать лишний воздух из обыкновенной воды, почему нельзя то же самое сделать с металлом?

...В мартеновском цехе в первый миг тебя оглушают лязг и грохот. Но через несколько минут общий гул распадается на отдельные звуки. Постепенно начинаешь ориентироваться в кажущемся хаосе кирпичных стенок и рельсов, станин кранов и множества уходящих вверх, как на корабле, трапов — железных лестниц. Лестницы ведут во второй этаж, где длинным рядом выстроились шеренги мартенов. Языки косматого рыжего пламени рвутся, словно просятся из-за плотных заслонок наружу.

В мартенах — огромных металлургических печах — плавят сталь. Длительный и не простой процесс, хотя и не новый.

Резко звенит звонок. Сталь готова, пора выпускать. И вот один за другим наполняются огромные ковши. Сначала даже не верится, что это металл — сталь. На нее больно смотреть, как на солнце. Живая, подвижная жидкость бурлит и клокочет...

Именно в эти короткие минуты, пока огненный поток заполняет сначала ковши, а потом изложницы — формы для отливки металла, в жидкий металл пробирается главный враг — газ.

Необходимо перекрыть газу доступ к металлу. Для этого расплавленный металл нужно изолировать от внешнего воздуха — раз! Мало того. Надо создать над его поверхностью разрежение, чтобы вытянуть и тот газ, что уже успел раствориться, — два!

Такие опыты хорошо проводить в лаборатории с тигельком-наперстком и стеклянным колпаком, под которым в одну

минуту можно создать требуемое давление. А на заводе? Ведь здесь металла выплавляют миллионы тонн!

Первыми стали экспериментировать прямо в цеху украинские металлурги. Огромный ковш с расплавленным металлом на несколько минут погружался в герметическую камеру, из которой откачивался воздух. С понижением давления сталь в ковше начинала кипеть и булькать, как газированная вода в стакане. Это из нее выходил газ. Способ этот кажется совсем несложным. Но не забудьте, что ковш весом в двести пятьдесят тонн — объект не очень удобный для экспериментов.

И все-таки опыты показали: разрежение можно и стоит применять для дегазации металла.

На ленинградском заводе «Большевик» решили дегазировать металл не в ковше, а в изложнице. В огромную воздушонепроницаемую камеру, как в саркофаг, вставляется форма.

Перед заливкой включаются насосы, и раскаленная река жидкого металла врывается в уже откачанное пространство.

Этот способ оказался более удачным. Особенно удачно применили его на знаменитом «Уралмаше». Из такой изложницы извлекают те самые уникальные слитки, вес которых, для наглядности, мы сравнили с весом реактивного пассажирского самолета.

В таких слитках не обнаружишь ни одной раковинки, ни одного пузырька.



«Металл девяти девяток»

Сталь, разлитая в разреженной атмосфере, чище и прочнее обычной.

А вот есть такой металл, который нужен промышленности только тогда, когда он очищен в тысячи тысяч раз лучше, чем

самая чистая сталь. Плавить его приходится при таком глубоком разрежении, с которым может сравниться только космос. А чуть попадет воздух в тигелек с расплавом — физики говорят: «Не годится! В переплавку!»

Что ж это за металл?

Его открывали и забыли. Может быть, потому, что считали этот металл не очень-то нужным? Да, было и так. А сейчас за месторождения этого «ненужного» металла готовы предраться капиталистические державы.

Сначала этот металл был открыт на бумаге.

В 1870 году Дмитрий Иванович Менделеев писал: «Мне кажется, наиболее интересным из несомненно недостающих металлов будет тот, который принадлежит к IV группе аналогов углерода, это будет металл, следующий тотчас за кремнием, и потому назовем его экасилицием...»

Таинственного экасилиция Менделеев так и не добыл. Но описал его атомный и удельный вес, температуру плавления и другие свойства.

Этому помогла его знаменитая таблица периодических свойств химических элементов.

И все же в природе этого металла не находили. Сколько ни искали...

Прошло двадцать лет.

Дотошный немецкий химик Винклер раскрыл тайну экасилиция, обнаружил загадочный металл в природных рудах. Оказалось, что его не так уж и мало на нашей планете. Раз во сто больше, чем ртути. Но почему же ртуть известна с глубокой древности, а таинственный металл с трудом отыскивали совсем недавно?

Несчастье заключается в том, что менделеевский экасилиций страшно распылен. Даже в самых богатых рудах он вкраплен всего стотысячными долями процента. Представляешь, для того чтобы получить всего один грамм металла, пришлось бы переработать десять тонн самой богатой руды... И все-таки Винклер отыскал его, подтвердив тем самым победу научного предвидения Менделеева. При втором открытии экасилиций был назван германием.

Итак, германий найден. Разработана даже технология, очень трудная, но возможная технология его получения. И тут начались неудачи. Германий, оказалось, никому не нужен. Куда ни пытались приспособить его химики, всюду он с успехом мог быть заменен другими, более дешевыми металлами.

И в производстве стекла и в обработке цветных металлов. Короче говоря, инженеры пришли к окончательному выводу: германий промышленности не нужен.

О злополучном металле забыли. Но через несколько десятилетий положение изменилось.

За германием стали охотиться, германий стал для физиков самым желанным металлом. Он сравнялся чуть ли не с самым ураном!

Произошло это тогда, когда в нашу жизнь вошло новое слово — «полупроводник».

Тогда-то германий и отпраздновал свое третье — промышленное — рождение.

Им заинтересовались химики и металлурги, инженеры-радиотехники и конструкторы автоматических устройств, кибернетики, энергетики, врачи, физиологи. Всем понадобились кристаллы сверхчистого металла.

Что значит сверхчистого?

Между физиками и металлургами снова, уж в который раз, возник конфликт. Подумайте, эти ненасытные физики настаивали, чтобы примесей в кристаллах германия содержалось не больше, чем одна десятиллиардная доля процента! Другими словами — 99,999 999 999% чистоты. «Но ведь это просто фантастика, — волновались металлурги. — Кто считает металлы на атомы? На тонны — другое дело. А тут требуют девять девяток после запятой, да ведь это все равно что одна чайная ложка сахарного песка на десять тысяч бочек дистиллированной воды!»

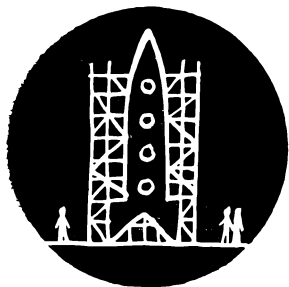
Но заказчики не сдавались.

...Металлургический цех, где плавят сверхчистые металлы, совершенно изолирован от атмосферы. В герметическом помещении ни пылинки. Стены, потолок, пол, одежда рабочих — все покрыто особым нейтральным, антипылевым составом. Даже воздух для дыхания, прежде чем попасть в цех, проходит несколько фильтров, где без конца очищается, очищается и очищается. И посреди этого царства чистоты стоит печь. Да полно, печь ли это? Гудят и булькают насосы. Это печь-стакан из самого тугоплавкого вещества. А в нем, и, конечно, при очень большом разрежении, плавится германиевый стерженек. Но плавится по-особенному — постепенно.

Медленно, сантиметр за сантиметром, как говорят — зона за зоной, плавится германий. А насосы только успевают от-

качивать всевозможные газовые примеси из расплава. Постепенно на самом донышке стакана скапливаются капли сверхчистого металла.

Так сегодня ведут зонную плавку. Именно зонная плавка — последняя степень очистки. Она-то и дает знаменитый «металл девяти девяток».



Когда на земле воздух — враг

Помните опыт магдебургского бургомистра Отто фон Герике?

У почтенного бюргера свеча гасла под колпаком, как только из него начинали откачивать воздух.

«Ничто не живет без воздуха, даже огонь», — глубоко-мысленно замечали окружающие.

Воздух — друг!

Но представим себя в роли конструкторов самой совершенной, самой сложной и прогрессивной техники нашего времени. Речь идет о ракетостроении.

Предстоит построить космический корабль, на котором люди отправятся в далекое путешествие к чужим мирам.

До сих пор мы стремились создать крошечный очаг разрежения среди океана воздуха. Теперь перед нами иная задача. Корпус корабля, сваренный из сверхпрочного металла, понесет в себе частицу земного мира. Пузырек воздуха в океане пустоты.

А если в одном из сварных швов появится хоть крошечная трещинка? Под действием великого холода она разойдется... начнется непрерывная, невосполнимая утечка воздуха из корабля. Утечка, которая грозит неотвратимой гибелью экипажу...

Как варить корпус ракеты, чтобы быть уверенным в прочности и герметичности всех его швов и соединений?

Современная техника предлагает надежный способ сварки — производить ее при сильном разрежении. И сваривать так те части, которым предстоит работать при низких давлениях.

Самое важное при такой сварке — не допустить воздух к раскаленному шву. Ведь воздух окисляет металл, и от этого шов становится шероховатым, с раковинами, а в них — воздух.

Теперь воздух — коварный враг.

Остается вести сварку в пространстве, где воздух сильно разрежен. Это вполне осуществимый способ, так как огонь дуговой электросварки не нуждается в воздухе. Следовательно, и деталь, и сварочный автомат надо поместить под колпак и из-под него насосами откачать воздух.

При достаточном разрежении швы получаются чистыми, с гладкой блестящей поверхностью. И в них ни один самый чувствительный теченскатель не обнаружит просачивающегося воздуха.

Если же заменить дугу пучком ускоренных электронов, то можно сварить не только металлы, но и твердые сплавы, стекло, фарфор, некоторые пластмассы, минералы...

Всем хорош способ. И все же есть один недостаток — под колпак не спрятать корпус целой ракеты — размеры не позволяют.

Но инженеры находят выход: сварочный электрод окружают кольцевым соплом и гонят через него какой-нибудь инертный газ, который не вступает в реакцию с металлом. Газ вытесняет воздух от дуги, и сварка идет в атмосфере инертного газа. Получаются швы высокой герметичности.

Самый новый вид сварки — атомно-водородный. Прямо в дугу, между неплавящимися вольфрамовыми электродами подают струю водорода. Высокая температура разбивает молекулы газа на атомы. Атомарный же водород — это настоящая броня против окисления, и ее ничем не пробьешь. Соприкасаясь с более холодными частицами металла, атомарный водород снова превращается в молекулярный. При этом, отдавая затраченное тепло на диссоциацию, он сгорает, дополнительно нагревая металл. Металл нагревается так сильно, что температура его поверхности приближается к температуре Солнца.

Вот каким хитроумным способом техника побеждает воздух, когда он оказывается врагом герметичности.



Сварка на орбите

Еще сложнее сварка в космосе, на орбите при монтаже орбитальных станций. Следом за советским

«Салютом» в космосе довольно долго просуществовала американская станция «Скайлэб». Опыт эксплуатации первенцев будущих «эфирных поселений», как называл заатмосферные островки жизни Константин Эдуардович Циолковский, показал, что без ремонта не обойтись. И первому, и второму сменным экипажам американских космонавтов то и дело приходилось что-то чинить в своем космическом доме. Такая же судьба ждет, вероятно, и будущих «эфирных жителей». Ну, а можно ли представить себе ремонт без сварки? Впрочем, почему мы так упорно говорим о ремонте? И «Салют», и «Скайлэб» представляли собой фактически лишь два состыкованных космических корабля и рассчитаны были на экипаж не более чем из трех человек. В будущем же понадобятся орбитальные лаборатории со штатом в десятки и сотни работников. Такое сооружение придется выводить на орбиту по частям. И собирать на месте. Вот тут-то уже без сварки и вовсе не обойтись. Между тем сварить металлы в космическом вакууме — это совсем не то, что проделать такую же операцию на Земле в лабораторных условиях.

Прежде всего в космическом вакууме — невесомость! А это значит, что для газов и расплавленного металла, образующихся при сварке, условия весьма необычные. Затем, на орбите огромный перепад температур. Яркие прямые лучи солнца нагревают металл, а в тени он охлаждается до температуры, близкой к абсолютному нулю. Разогретый металл расширяется, охлаждаемый сжимается — это знают все. Но этого мало, при сильном охлаждении меняются свойства металла. А его надо варить, плавить...

Нет, сварить в условиях космического вакуума две детали — задача вовсе не простая. Поэтому, прежде чем начать

экспериментировать, специалисты перебрали все способы сварки, известные на Земле.

Вы скажете: «А чего здесь думать? В земных лабораториях давно разработаны методы сварки в вакууме. Например: диффузионная сварка или сварка и резка взрывом. Оба метода не требуют расплавления металла — значит, и невесомость им не помеха. А атмосфера космического вакуума только улучшит технологические свойства сварного шва».

Но есть и недостатки у этих методов. Поверхности свариваемых деталей должны быть весьма тщательно подготовлены и подогнаны. Кроме того, обе детали нужно крепко-накрепко прижать друг к другу. Нет, не годятся эти методы. Все-таки космос, невесомость — это не заводские условия.

Может быть, воспользоваться электронно-лучевой сваркой и резкой, или сваркой с помощью сжатой дуги низкого давления, или совсем простыми и знакомыми сварками: плавящимся электродом и контактной сваркой.

Но при этом способе приходится расплавлять свариваемый металл. В процессе работ выделяется много газов и паров...

Нет, пожалуй, и эти виды сварки для космоса и невесомости непригодны. Да и существующие сварочные аппараты в суровых условиях космического пространства вряд ли выдержат испытание.

И вот в советских научно-исследовательских институтах начался длинный цикл исследовательских работ. Сначала инженеры конструировали малогабаритные сварочные аппараты, которые проходили испытания в вакуумных камерах. Определяли режимы сварки и резки для каждого выбранного способа. Потом вакуумные насосы и вакуумные камеры установили на борту самолета — летающей лаборатории, в которой космонавты впервые знакомятся с кратковременной невесомостью. Только на этот раз пассажирами самолета-лаборатории были сварочные аппараты и образцы металла.

Много неожиданного принесли испытания. То швы были пористыми, то из-за отсутствия тяжести капли электродного металла получались такими большими, что шов совсем не получался. То не загоралась дуга... Но люди упрямы. В конце концов они построили экспериментальную сварочную установку весом всего 50 килограммов, названную по имени бога-кузнеца — «Вулкан».

Наступило 11 октября 1969 года. «В 14 часов 10 минут

московского времени в Советском Союзе стартовала ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-6»... Пилотирует космический корабль подполковник Шонин Георгий Степанович, борт-инженер корабля — кандидат технических наук Кубасов Валерий Николаевич».

Экипажу предстояло выполнить широкую программу научно-технических исследований и экспериментов. В числе работ — испытание различных способов сварки металлов в условиях глубокого вакуума и невесомости.

Да, «Вулкан» вышел на орбиту на борту «Союза-6». Когда настал час испытаний, отсек был разгерметизирован. Глубокий космический вакуум, холод и невесомость поселились на борту. Космонавт-оператор из спускаемого аппарата с помощью пульта управления включил автомат. Первый эксперимент — сварка сжатой дугой низкого давления — готово!

Космонавт переключает аппарат на сварку электронным лучом — тоже готово. На очереди — сварка плавящимся электродом.

Один за другим вспыхивают сигналы на табло пульта управления. На Земле также напряженно следят за ходом эксперимента создатели аппаратуры.

И вот «Союз-6» благополучно приземляется. Сваренные образцы едут в институты, где их будут всесторонне изучать.

Открыта новая страница в освоении Вселенной. Ведь опыт пользования, например, дугой, может пригодиться не только при сборке или ремонте космического оборудования, но и при обработке деталей в космических (и земных, разумеется) мастерских. А там, может быть, и для получения сверхчистых металлов в космосе. Во всяком случае, разговоры о космической металлургии уже вышли за пределы обложек фантастических романов. Возникает вопрос: «Где же в космосе сырьевая база?» Оказывается, есть и космическая сырьевая база — это астероиды. Гигантские глыбы из металла и камня, летающие по законам небесной механики вокруг Солнца...

Скудеют кладовые полезных ископаемых на Земле. Люди добывают их со дна моря. Но море, подводный мир так же чужд человеку, как и космический вакуум. А запасы металлов в космосе, наверное, огромны. Сначала небольшой экспериментальный металлургический цех на орбите Земли. Потом — завод на Луне. А там и мощные автоматические комбинаты на лишенном атмосферы Меркурии...



А виноват был насос

В 1870 году на одной из улиц старого Петербурга в дешевых меблированных комнатах поселился

странный человек. Днем он работал, как все. Разве только чуть-чуть торопливее. Будто стремясь поскорее покончить с дневными делами и перейти к чему-то настоящему, горячо любимому и главному. Вечером, ночью начиналась его настоящая жизнь. Начиналась тогда, когда, сбросив вместе с рабочим сюртуком все заботы трудового дня, человек садился за чертежную доску.

Человек этот был одержим. Одержим всепоглощающей идеей, в жертву которой он принес все: молодость, карьеру, беззаботную жизнь.

Это замечательно, когда у человека есть своя синяя птица, своя мечта, озаряющая всю его жизнь. Так замечательно и так трудно.

Конец девятнадцатого века — время больших изменений и в науке и в технике. Век пара начинает уступать нарождающемуся веку электричества. Правда, об электричестве — все-таки сверкающем гиганте — пока существует больше легенд, нежели истинных знаний.

Демон электричества смутил и Александра Лодыгина. Мальчишкой увлекся он идеей электролета — летательного аппарата, движимого силой электричества. Об этой машине он мечтал в казенных дортуарах кадетского корпуса, казармах юнкерского училища. Ради нее вышел в отставку и поселился в мрачноватых меблированных комнатах столицы.

Изобретать, только изобретать...

Одна за другой ложатся на бумагу фантастические схемы фантастических машин. Кажется, предусмотрено все. Вот только один маленький вопрос: как освещать электролет ночью, во время ночных полетов? Керосиновым фонарем?

Не забудьте, электрического освещения в те годы еще

не существовало. В квартирах победней — свечи да керосиновые «трехлинейки», в домах побогаче — лампы-«молнии».

С наступлением темноты жизнь в городах замирала. Лишь кое-где по главным улицам бродили одинокие фонарщики с лестницами и шестами, на которые были наклеплены чадающие огарки. Фонарщики зажигали газовые фонари. Правда, Лодыгин немало наслышан о работах соотечественника Павла Яблочкова, изобретателя дуговой электрической свечи. Но она не годится для электролета. И Лодыгин ищет свой путь.

Иногда доходили слухи, будто за границей ведутся работы по изготовлению электрических ламп накаливания. В Англии изобретатель Деларю предлагает накаливать электрическим током платиновую проволочку. Бельгиец Жовар додумался заменить платину угольным стержнем. В Германии, в глубокой тайне, мастерская предприимчивого герра Гебеля спешно налаживает производство маленьких стеклянных уродцев, которые вспыхивают, заставляя бледнеть самые мощные керосиновые светильники.

Вспыхивают, но через час-другой перегорают.

Лодыгин забрасывает свои чертежи и берется за разработку электрической лампы.

Он повторяет опыты своих предшественников — раскаляет электрическим током проволоку и графитный стержень, уголь и кокс. Все они сгорают в воздухе, едва вспыхнув.

Изобретатель задумывается... Пожалуй, в неудачах виноват воздух, в нем слишком много кислорода. Первая задача — избавиться от него. Поместить накаливаемое тело в закрытый сосуд, изолировать от атмосферы. Что произойдет? Уголек раскалится, кислород сразу израсходуется, и в атмосфере, лишенной живительного газа, угли должны сгорать гораздо медленнее.

Первая лампа готова. Стеклянный цилиндр со вставленным внутрь угольным стержнем. Лампа разборная (так можно сменить сгоревший стержень) и герметичная (чтобы внутрь не проник наружный воздух). С трепетом присоединяет Лодыгин к угольку провода от батареи. Уголь ярко вспыхивает.

Пять минут, десять, двенадцать...

Карманные часы отмечают срок жизни первой лампы. Изобретатель счастлив. Кажется, он на правильном пути.

А что, если из стеклянного цилиндра удалить воздух? Скрипит рычаг, хлопает поршень старенького насоса.

Лампа новой конструкции горит уже несколько часов.

В 1873 году в жизни Лодыгина наступил торжественный день. На одной из улиц Петербурга будут зажжены его электрические лампы.

Перед наступлением темноты изобретатель мечется от одного фонарного столба к другому. Толпа зевак, удивленно переговариваясь, ходит следом.

Наконец приготовления закончены. Приехал губернатор, собрались приглашенные. По знаку изобретателя вдоль улицы вспыхивает цепочка ярких огней.

Успех небывалый. Первые электрические лампы на улицах русской столицы!

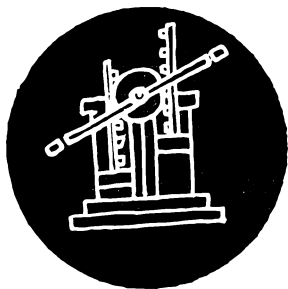
Лодыгин вознагражден. Его труды признала Академия наук. Слесарю Арсенала Лодыгину присуждена Ломоносовская премия.

Но Александр Николаевич, как большинство русских изобретателей, плохой коммерсант.

Организованное им «Товарищество электрического освещения» очень скоро разорилось. А сам он снова остался без гроша в кармане. Уж очень недолговечны его лампы, и они не выдерживают жесткой конкуренции тусклых, но таких привычных и прочных газовых фонарей.

Да, менять лампочки приходилось очень часто. Едва ли не через день-другой. Перегорали! Почему?

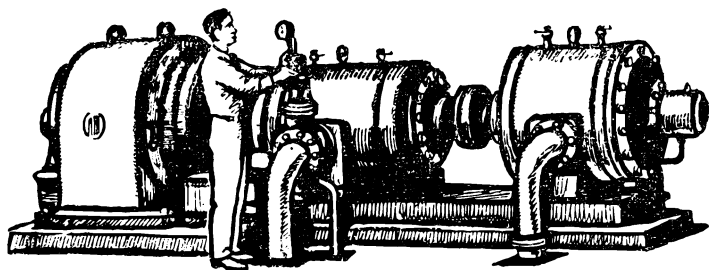
Увы! Слишком много воздуха еще оставалось в несовершенном стеклянном баллоне.



Разные представители одной семьи

Вряд ли мы ошибемся, назвав самой первой и самой распространенной машиной, работающей посредством разрежения, обыкновенный воздушный насос.

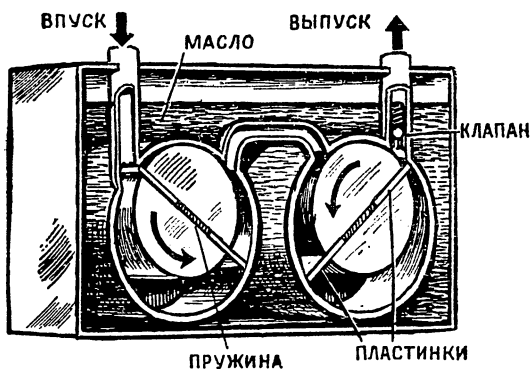
Двести лет назад он был до крайности прост. Но сейчас...



Промышленная установка вакуумного насоса весьма внушительна.

В семействе воздушных насосов есть и прямые наследники конструкции Отго фон Герике, и такие, что даже при самом тщательном осмотре ничем не напоминают насос. Только назначение — выкачивание воздуха — и роднит их с далекими предками.

В любой физической лаборатории на почетном месте часто стоит небольшой, покрашенный черной краской агрегат, соединенный шкивом с электромотором. Электромотор крутит маховичок. Агрегат булькает и посапывает, булькает и посапывает. Будто манная каша кипит.



Два пластинчатых насоса, соединенных друг с другом последовательно, дают уже вполне «приличное» разрежение и отличаются значительной мощностью.

Это характерные звуки работы самого распространенного в мире масляного насоса.

Почему он булькает и зачем ему электромотор?

Сначала снимем черный кожух. Отпустим болты, стянем крышку. Осторожно, чтобы не повредить уплотнительные прокладки. Ведь во всяком насосе главное — это всевозможные уплотнения. Только бы не дать прорваться воздуху обратно.

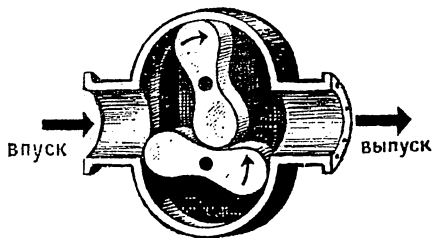
Но вот все прокладки сняты — и перед нами в камере, заполненной густым маслом, барабан с двумя трубками — впуск и выпуск.

Вскрывать барабан нам, конечно, никто не позволит. После этого насос придется выбросить.

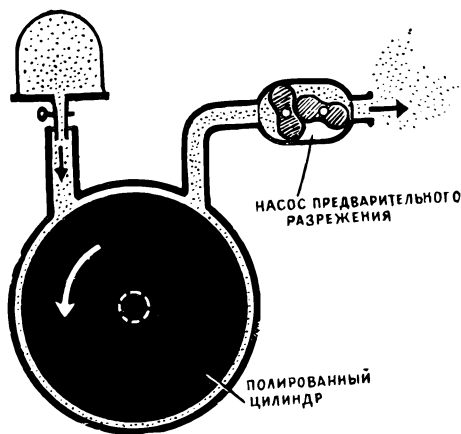
Этот насос часто называют еще пластинчатым или пластинчато-роторным.

Раз в названии есть слово «ротор», значит, что-то должно вращаться. И действительно, в насосе — два цилиндра. В прорези внутреннего цилиндра-ротора вставлены две лопасти-пластинки. Они плотно прижимаются пружинами к полированной внутренней стенке барабана. Заставь ротор вращаться — и сразу же пластинки потянут воздух из впускной трубы и станут выталкивать его через выпускную... Порция за порцией, порция за порцией... Ротор делает примерно пятьсот оборотов в минуту, а это значит, такой насос откачивает десятки тысяч кубометров воздуха в час!

Хороши пластинчатые насосы, простые, надежные. Но они способны дать степень разрежения не более тысячной доли миллиметра ртутного столба. Это еще очень немного. А нынешняя промышленность требует давлений в миллионы раз



Как точно нужно было конструктору Рутсу рассчитать и изготовить свой насос, чтобы при движении обеих вертушек между ними не просочился ни один пузырек воздуха.



Полированный цилиндр, вращаясь с бешеной скоростью, увлекает за собой уже не отдельные порции воздуха, а молекулы. Но за это он требует предварительной откачки.

меньших. Что делать? Пробовали соединить последовательно два насоса друг с другом. Действительно, давление упало еще в десять раз, как говорят, стало меньше ровно на один порядок — и стало равным десяти тысячной доле миллиметра. Но все равно этого еще мало.

Несколько лет тому назад изобретатель Рутс предложил двухроторный насос. Каждый ротор сделан в виде восьмерки. Вращаются оба ротора навстречу друг другу и гонят из объема воздух.

Такие насосы еще проворнее. Давление уменьшилось еще на один порядок — стало равным одной стотысячной доле миллиметра ртутного столба.

При таком разрежении воздух становится настолько редким, что его уже не зачерпнешь. Тут придется выбрасывать воздух по частичке — молекуле.

Как, например, очистить большой ящик от песка, да так тщательно, чтобы не осталось ни песчинки? Сначала всю орудует лопатой. Хорошо кидается, удобно. Но вот песка осталось на самом доньшке. Лопатой не подхватить. Переходишь на совok с метелочкой. А там, глядишь, и по одной пес-

чинке выбирать начнешь. Так поступают и с воздухом при низких давлениях.

Что, если молекула (подобно упругому шарiku вроде мячика для пинг-понга) ударится о вращающийся с большой скоростью цилиндр? Она сразу получит толчок в направлении вращения цилиндра, не так ли? А если по пути поставить еще и выпускную трубу, то молекулы, которые столкнутся с цилиндром, будут вытолкнуты в эту трубу.

Конечно, нужно позаботиться, чтобы выброшенные частицы не прорвались обратно в сосуд. А для этого ставят впереди еще один насос, поглубже.

Таким примерно способом работает так называемый молекулярный насос.

Существуют и другие методы получения вакуума.

Стоит вспомнить случай из истории русской науки.

В самом начале двадцатого века молодой русский физик Петр Николаевич Лебедев работал над созданием прибора, очень тонкого и чувствительного, с помощью которого он надеялся уловить и измерить величину светового давления.

Самую главную часть прибора — маленькие мельничные весы — следовало поместить в стеклянный баллон. И для того чтобы движение молекул воздуха внутри баллона не повлияло на чувствительные крылышки весов, Лебедев стремился создать в баллоне максимальное разрежение.

Но... насосы, имевшиеся в его распоряжении, были слишком несовершенны. Сколько ни откачивай, нужного разрежения никак не добиться.

И тут изощренный экспериментатор находит совершенно оригинальный выход. Он вводит в баллон каплю металлической ртути, всего только каплю. Затем слегка подогревает баллон, продолжая откачку. Под действием тепла ртуть испаряется. Ее молекулы, более тяжелые, чем молекулы воздуха, вытесняют их, и именно воздух отсасывается насосом. Просто? Очень просто. И вместе с тем хитроумно. Излишки воздуха «выкуриваются» ртутью.

Потом баллон охлаждается, пары ртути переходят в жидкое состояние и в виде тонкой пленки осаждаются на стенках баллона. В самом же баллоне — вполне удовлетворительное разрежение.

Задача решена блестяще. Собственно говоря, разработана новая методика комбинированной откачки. Ее можно бы-

ло бы обнародовать, получить патент, но Лебедева это уже не занимает.

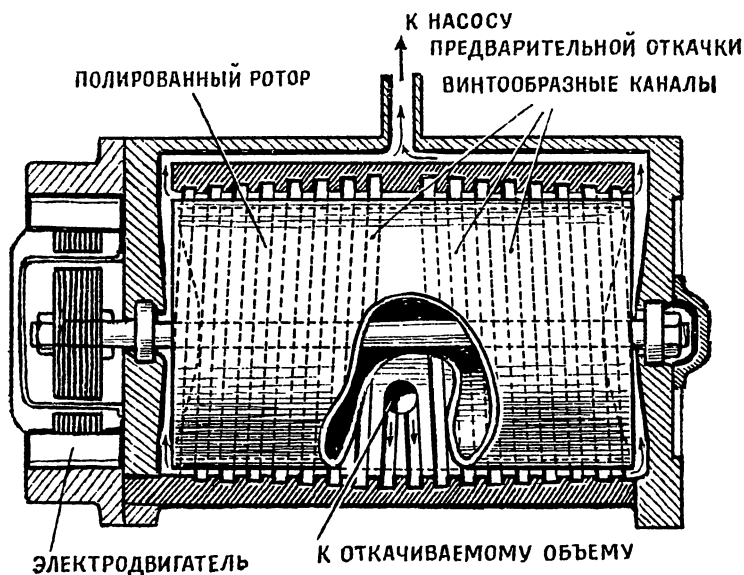
Проходят годы, и такой патент появляется. Он известен в технике как насос Ленгмюра — по фамилии его автора, американского ученого.

До самого недавнего времени насос Ленгмюра применялся для создания сильного разрежения.

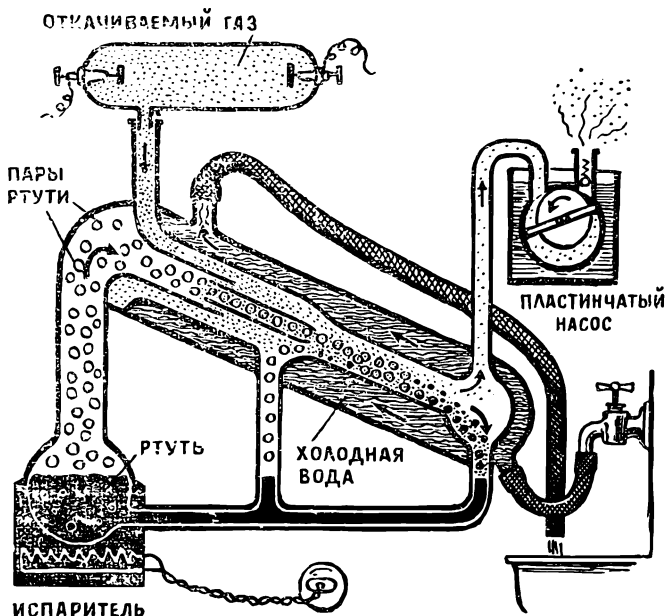
Но особенно широко распространены для получения высокого вакуума диффузионные, или пароструйные, насосы.

Этот насос почти одновременно сконструировали и описали немецкий физик Геде и русский ученый — петербургский профессор С. А. Боровик.

Диффузия — в переводе на русский язык — означает «перемешивание». Стоит соединить две колбы, наполненные разными газами, как через некоторое время обе они окажутся заполненными смесью совершенно одинакового состава. Диф-



Увеличить производительность! Именно это заставляло многих изобретателей ломать голову над усовершенствованием уже готовых конструкций. Это одна из моделей молекулярного насоса Гольвека.



Диффузионный насос. В последнее время ртуть в нем заменяют тяжёлыми маслами.

фузию можно объяснить вечным тепловым движением молекул.

Диффузионный насос и на насос-то ничуть не похож — у него нет никаких движущихся частей. В его нижней части, в кипятильнике, непрерывно греется ртуть. Ее пары поднимаются по трубке и сильной струей через узкое отверстие врываются в холодильник, а из него уже — в откачиваемый сосуд. Там молекулы ртути перемешиваются с молекулами воздуха и снова попадают в холодильник. Ртутный пар здесь быстро сжимается и осаждается на стенках блестящими капельками. Скатываясь вниз, капельки ртути увлекают с собой и частицы воздуха. А оттуда, когда скопится много и ртути и воздуха, их легко откачает обыкновенный насос. Так и работает пароструйный «насос не насос» — всегда в содружестве с механическим собратом.

В последние годы в таких насосах ртуть заменена различ-

ными специальными маслами, безвредными для человека. При хорошем охлаждении жидким воздухом диффузионные насосы способны откачать объемы до давлений, равных миллионным долям миллиметра ртутного столба.

Среди множества самых разнообразных насосов есть огромные, откачивающие до пятидесяти тысяч литров воздуха в секунду, есть и маленькие, уместающиеся на ладони. И все они широко применяются в нашей промышленности.



Неудачи иногда приводят к успеху

Не завершил Александр Николаевич Лодыгин своего изобретения. Бросил почти законченную инте-

ресную работу на полдороге.

Но созревшая идея редко остается неподхваченной. Так было и с электрической лампочкой.

Причины неудач первым разгадал американский изобретатель Томас Альва Эдисон. Он тоже, почти одновременно с Лодыгиным, занимался изобретением электрического освещения. Но разница между двумя изобретателями была огромная. Лодыгин работал в одиночку, без средств, без оборудования. Эдисон же к этому времени имел свою лабораторию и многочисленных помощников.

Изобретатель ставит серию опытов, пытаясь улучшить разрежение в баллоне. И добивается лучшей откачки ламп. Первая половина задачи решена.

Теперь усилия всей лаборатории направлены на поиски подходящего материала для нити накаливания.

- Каменный уголь?
- Плохо.
- Уголек сгоревшей льняной нити?

— Не годится.

— Шерстяной?

— Опять не то!

— Может быть, подойдет волокно обугленного бамбука?

Удача! Этот материал дает самую прочную угольную нить!

И сразу, не успев остыть первый опытный экземпляр новой лампы, организована компания по массовому производству. Фирма! Трест! Акции! Реклама!

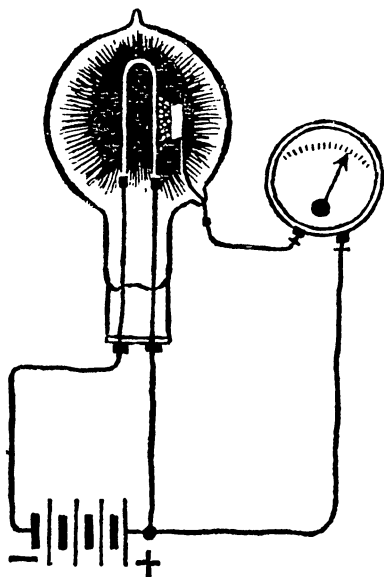
Дело ставится на широкую ногу. Дело начинает приносить прибыль. А Эдисон уже вынашивает новые мысли и только изредка, когда особенно одолевают письма недовольных потребителей, возвращается к лампочке; что греха таить — он и сам не вполне удовлетворен: угольные ниточки в баллонах слишком нежные — легко рвутся, перегорают.

Так американский изобретатель постепенно приходит к давней мысли Лодыгина — вольфрамовой проволочке, проволочке из самого тугоплавкого металла.

Последнее испытание: что больше расплывается при накаливании — вольфрам или уголь? Изобретатель запаивает в баллон металлическую пластинку, на которой должны оседать частицы, а наружный вывод ее соединяет, на всякий случай, через чувствительный гальванометр с батареей. Поворот ключа, и вольфрамовая ниточка начинает ярко светиться. По ней идет ток. Но что это еще? Эдисон изумлен: стрелка гальванометра далеко ушла от нулевой отметки. Выходит, ток течет не только по вольфраму, но и через пустой баллон? При этом он возникает только тогда, когда металлический волосок раскаляется.

Эдисон проверяет себя несколько раз. В лаборатории не смолкает шелканье выключателя. Ошибки нет. Открыто новое явление. Пока непонятное, но не вызывающее сомнений.

Так, необъясненным, вошло в науку явление, названное «эффектом Эдисона». Оно заключалось в том, что если в откачанный баллон электрической лампы поместить два проводничка и один из них раскалить, то между ними, прямо через разреженный промежуток, пойдет ток. Это было удивительно и непонятно. Ведь проводнички внутри баллона ничем не соединялись. Как же мог электрический ток перескакивать через «пустоту»? Какие силы участвовали в этом явлении?..



Через «пустую» колбу от накаливающей нити идет ток. Это главное явление получило название эффекта Эдисона.

Эта задача была достойна того, чтобы над ней поразмыслили ученые мужи.

Объяснение было найдено через несколько лет. А поиски этого объяснения привели к созданию радиоламп, телевизионных трубок и многих, многих других электронных приборов.

История же лампочки накаливания тоже на этом не закончилась.

Сначала инженеры добивались как можно лучшей откачки воздуха из баллона. Казалось, чем меньше его останется, тем долговечнее прибор. Тем дольше будет «работать» тоненький вольфрамовый «волосок», излучающий такой яркий свет.

Однако в высоком вакууме нить распылялась быстрее.

Как избавиться от этого недостатка?

Выход, по-видимому, один — не выкачивать из баллонов ламп воздух.

Но как избежать тогда быстрого перегорания?

Получался замкнутый круг. Он существовал до тех пор, пока химики не научились получать в большом количестве инертные, ленивые, газы, не вступающие ни в какие химические реакции, следовательно, не способные окислить раскаленную проволочку, то есть попросту пережечь ее.

С той поры стали наполнять откачанные баллоны ламп инертными газами под небольшим давлением.

Впрочем, не следует думать, что приборы, наполненные разреженным газом, начали работать только тогда, когда люди научились создавать глубокое разрежение. Началось это так...



Забастовка на заводе Форда

Физики еще продолжали горячо спорить о том, почему светятся разреженные газы, если под-

вергнуть их действию электрического напряжения, а светотехников уже это явление занимало по-своему: нельзя ли светящийся газ приспособить для освещения улиц и квартир, школ и промышленных зданий?

В ту пору лампочки накаливания только начинали завоевывать признание. И многие сомневались в их кажущихся достоинствах. Очень уж они неэкономичны. Раскаляя металлическую проволоку электрическим током, удается только три процента электрической энергии преобразовать в свет, остальная расходуется как тепло, безо всякой пользы. Другое дело, когда светится газ.

В конце прошлого века в Англии появилась первая газосветная лампа — трубка длиной около метра. Воздух из нее тщательно выкачан и свободное пространство заполнено парами металла натрия. Они светятся ярким желтым светом. Новая лампа не обманула надежд: она была и дешева, и экономична.

Но, странное дело, охотников купить эти идеальные лампы находилось мало. Почему? Да потому, что люди не могли жить в однотонном желтом свете.

Веками, тысячелетиями глаза человека приспособлялись к белому свету солнца. В солнечных лучах наш глаз различает все богатство красок природы, бесчисленные цвета и оттенки.

А если кругом все желтое: небо и земля, вода и трава?

На фабрике невозможно определить, в какой цвет окрасилась ткань. В лаборатории гадают над раствором: какой у него оттенок? В желтом свете натриевой лампы из всего спектра окружающих нас красок остается одна — желтая. Все остальные дают либо желтый цвет с оттенком, либо чер-

ный. Да каждый и сам может проделать этот нехитрый опыт, надев на нос очки со светофильтрами. Вы увидите, как скоро у вас устанут глаза и вам нестерпимо захочется снять проклятые стекла. Но газонаполненные лампы дешевле обычных ламп накаливания. И их выгодно применять там, где на освещение тратятся большие средства. Именно эти соображения руководили американским фабрикантом автомобилей Генри Фордом, когда он первым в мире ввел в сборочных цехах, где цвет не имеет особого значения, новое освещение — ртутные лампы. В этих лампах ярко светятся не пары натрия, а пары ртути, заливая помещение призрачным сине-фиолетовым светом.

При этом мрачном освещении кажется, будто у станков трудятся не люди, а какие-то выходцы из могил: у них землисто-зеленые лица с черными губами, лишенные цвета глаза.

Рабочие протестуют: ртутный свет не только искажает цвета, но и утомляет, вредит зрению. Измученные, издерганные люди каждую свободную минуту стремятся вон из цехов.

Сначала Форд не намерен был выслушивать протесты рабочих. Цвета и оттенки не имеют значения в его производстве, а за работой нечего глазеть по сторонам.

В ответ на это на заводах вспыхивает забастовка.

Борьба длилась не один месяц. Как ни сопротивлялся Форд, его все же принудили отказаться от газосветных ламп. Забастовка заставила администрацию вернуться к лампам накаливания — лампам «теплого света».

Но это не значило, что сама идея лампы, наполненной разреженными парами металла или газом под очень низким давлением, похоронена.

Ртутные лампы и сегодня находят широкое применение в нашей жизни. Применяются в медицине для лечения гриппа, рахита и других заболеваний. Помогают растениям в оранжереях набирать силу для роста.

Мощные лучи ртутных ламп убивают микробов и бактерий. Следовательно, они способны обезвреживать воздух в операционных, очищать воду на водокачках, в холодильниках помогают сохранять продукты.

Наконец, в последние годы удалось приспособить разреженные пары ртути и для освещения. Случилось это так: в 1920 году на лекциях по физике в Высшем техническом училище города Москвы молодой профессор Сергей Иванович

Вавилов сказал студентам: «Будущие города и заводы должны освещаться светом без тепла — холодным светом».

В те годы наша страна была бедна энергией. И силы многих ученых были направлены на то, чтобы найти способ сэкономить энергию. Одной вот такой мерой могла стать лампа «холодного света».

Светится экран телевизора. Потрогайте его рукой. Экран холодный. Изнутри стекло трубки покрыто особым веществом — люминофором. Это вещество превращает энергию летящих электронов в световую, минуя тепло.

Выгодно? Очень!

Но телевизионная трубка — сложный электронный прибор, работающий совместно с целой схемой, спрятанной в ящике телевизора. А света от нее не так-то много.

Как еще заставить светиться замечательные вещества — люминофоры, комбинируя которые можно подобрать любой цвет свечения — и яркого солнечного дня и пасмурного утра?

Помог опыт конструирования газоразрядных приборов.

Стенки длинной стеклянной трубки покрыли светящимся порошком. В концы трубки впаяли электроды и... поставили на откачку.

Гудит, чмокает воздушный насос, освобождает прибор от атмосферного воздуха. Вот указатель разрежения опускается до нужного уровня. Пожалуй, хватит качать. Через специальный стеклянный отросток в трубку напускают пары ртути в смеси с инертным газом — аргоном.

Напускают немножко, чтобы атомам было просторно, чтобы заряженные частицы, вылетая из раскаленного электрода, успевали до столкновения набрать скорость. Потом отпаивают, отключают газовую трубку от насоса. Запаивают ее, подводят к ней электрическое напряжение и — на испытания.

Полетели электроны, забарабанили по тяжелым нейтральным атомам ртути и аргона. И вот возбужденные атомы уже отдают полученную энергию в виде незаметного простым глазом ультрафиолетового излучения. Излучение обрушилось на стенки, покрытые люминоформом, заставило его светиться.

Свет такой лампы мягче, равномерней, чем сияние электрической лампочки, в которой светится только раскаленный волосок — проволочка. Свет люминесцентной лампы не режет глаза, и трубку можно не прикрывать абажуром.

Лампы дневного света совсем не искажают естественных красок. Даже самые придирчивые искусствоведы согласились,

что полотна великих мастеров вечером при свете новых ламп остаются такими же, что и днем. Поэтому их стали называть лампами дневного света. Освещать ими можно и картинные галереи, и музеи. Новые лампы нашли применение на всех производствах, где рабочий процесс связан с цветом. Тут и текстильные и химические комбинаты. И многие-многие другие. Это лампа сегодняшнего и завтрашнего дня. А создать ее в конечном итоге помогло снова разрежение.



Главный «потребитель» разрежения

Разрежение стало незаменимым помощником в металлургии, в оптике, в пищевой промышленности и даже в сельском хозяйстве. Но только помощником. Ведь плавить металл, варить конфеты и стекло, доить коров можно и без приборов, работающих на разрежении. Пусть не так успешно, не с таким результатом, но все же можно. Однако есть такая область науки и техники, которая просто немыслима без разрежения, которая просто не могла бы возникнуть без него.

Называется эта область науки и техники — электроника.

Электроника — это радиоприемники и телевизоры, в которых она (эта самая электроника) управляет преобразованием голоса, музыки и изображения сначала в радиоволны, а потом снова в голос, в ту же музыку, то же изображение.

Электроника — это вычислительные машины, управляющие сложнейшим современным предприятием: химическим комбинатом или сталеплавильным заводом, электростанцией или международным аэропортом.

Электроника следит за работой атомного реактора.

Электроника помогает ракетам находить путь в безбрежном космическом океане.

Электроника управляет источниками энергии на Земле, заставляет слепые силы природы служить человеку.

Электроника. Электроника. Можно сказать, что электроника — это наука и техника управления энергией. А есть ли что-нибудь важнее энергии для человека?

Когда вы молотком вгоняете гвоздь в доску, его шляпка нагревается. Почему?

Молоток был холодный, гвоздь холодный, а шляпка от ударов нагрелась. Чудесное превращение? Нет, вы сами нагрели ее, ударяя молотком. Превратили энергию движения в тепловую.

С этими процессами люди знакомы с древнейших времен. Сколько их, безвестных мыслителей, сидя на корточках перед ярким костром, пытались разрешить мучительнейшие вопросы: «Почему полено горит, почему от огня тепло, почему тепло только тогда, когда после сгорания остаются одни угли и зола? Почему золу ни за что не заставишь разгореться и дать тепло?» Почему? Вопрос, который тысячелетиями не дает покоя человеку. Вопрос, благодаря которому человек стал человеком, познал мир и вышел на первое место среди всех рождающихся с горячей кровью и питающихся молоком... Да здравствует Почему!

Долгий путь предстоял разуму человека, прежде чем кристаллизовалась уверенность, что в каждом теле заключена, скрыта какая-то внутренняя сила, которую можно вызвать, если суметь заставить перейти тело из одного состояния в другое. И вот эту-то силу, которую отдает тело при таком переходе, люди и называли энергией.

Можно с уверенностью сказать, что развитие цивилизации на Земле, а может быть, и не только на Земле, зависит от того, насколько успешно овладели обитатели этого мира видами энергии, припасенными природой.

Люди живут на Земле около миллиона лет. Может быть, немножко больше, может быть, чуть-чуть меньше. И теперь в арсенале у нас целый набор видов энергии, от самого древнего — механической и до современного — ядерной. Постепенно, исподволь ученые подбираются и к новому еще виду энергии — гравитационной. Сообщения об опытах с полем тяготения появляются в научных журналах.

Но энергия полезна тогда, когда ею умеют управлять. Тайфуны сметают целые острова в море, но укрощенный ветер крутит лопасти генераторов.

Приливы и отливы вырабатывают электроэнергию, но страшные волны цунами разрушают прибрежные города.

Люди двадцатого столетия знают атомную бомбу, но они знают и атомную электростанцию. Вот почему так важно научиться управлять энергией.

Слабенькие, в одну комариную силу, хрупкие на вид приборчики управляют сегодня мощными электростанциями. Сколько профессий появилось у электронных приборов...

Они работают быстрее людей. Даже при аварии вовремя перехватят любой сигнал, приведут в действие нужные механизмы, и те предотвратят беду. А потом те же приборы проверят качество работы.

Жизненное пространство

свободного электрона



Помните загадочный эффект Эдисона? Под воздействием приложенного напряжения через «пустую» лампу от одного проводника к другому шел ток. Теперь доказано: это летели мельчайшие частички электричества — электроны, открытые Томсоном.

Вспомните знакомый с детства опыт: вы расчесываете волосы гребешком, а потом подносите гребешок к маленьким частичкам бумаги. словно притянутые невидимой силой, прыгают обрывки и прилипают к гребешку. «Притянуло электричество», — говорите вы. Это почти правильно. Под действием трения атомы вещества гребенки захватывают электроны и вместе с электронами приобретают отрицательный заряд. Теперь наша гребенка уже не нейтральное тело, вокруг нее образуется в пространстве электрическое поле. Легкие обрывки бумаги, пушинки притягиваются этим полем.

Опыт, который мы напомнили, не просто забавный трюк. На этом принципе основаны целые отрасли промышленности,

например изготовление ворсистых тканей, порошковых покрытий. Представьте себе полотнище, намазанное клеем и растянутое над кучей мелких ворсинок, настриженных из какого-либо материала. К полотнищу подводится электрическое напряжение — один полюс, а к груде ворсинок — второй. Полученное электрическое поле сразу заставит ворсинки подпрыгнуть вверх к полотнищу, а там они прочно приклеятся. Готово, получился искусственный мех.

Еще проворнее стремятся отрицательные частицы — электроны — к положительному полюсу батарей. У них свой собственный отрицательный заряд. Вот только беда: электроны маленькие, легкие. В толчее толстых и тяжелых молекул воздуха им не протолкнуться, не прошмыгнуть.

Другое дело, если освободить дорогу, убрать с пути тяжелые молекулы воздуха, дать возможность электронам мчаться в «пустоте». Там уж никто не угонится за ними.

Итак, разрежение, или, как мы раньше называли, «пустота», — вот настоящее жизненное пространство для юрких частиц. А сочетание разрежения, частиц-электронов и электрических полей составляет основу науки и техники, которая опережает молнию и управляет огромными электростанциями.

Как же работают электронные устройства, которые мы привыкли называть радиолампами? Как и за счет чего удается им совершать... фантастические превращения.

Загляните внутрь телевизора. Сверху на пискливом строчном трансформаторе (это он часто тоненько-тоненько пищит во время работы приемника, как комар, только пронзительнее) стоят высоковольтные кенотроны — самые простые двух-электродные лампы. Через прозрачный баллон нетрудно рассмотреть их конструкцию. Впрочем, там и конструкции-то никакой нет: тоненькая проволочка — катод и блестящая пластинка, согнутая наподобие седла или свернутая в трубочку вокруг катода, — анод.

По катоду течет электрический ток, разогревает проволочку, раскаляет ее. А как мы уже раньше говорили, чем выше температура, тем быстрее движутся частицы в нагретом веществе. В каждом металле полно свободных частиц — электронов. Под действием тепла они начинают снова и метаться все быстрее и быстрее и, набрав скорость, вылетают из катода наружу, в разреженное пространство лампы, заключенное в стеклянный баллон. Если теперь приложить к аноду положительный потенциал (положительный полюс батареи,

при условии, что отрицательный будет накрепко присоединен к катоду), то все электроны бросятся ему навстречу. Через лампу потечет электрический ток. Чем больше электронов покидает катод в одну секунду, тем больше и сила протекающего тока. Для примера можно сказать, что сила тока в один ампер — это 6,3 миллиарда миллиардов электронов, вылетающих из катода в каждую секунду!

Могут спросить, откуда же черпается это поистине бесконечное множество электронов в лампах, которые работают и год и два... Неужели все из того же маленького катода?

Нет, убыль электронов в катоде непрерывно пополняется. Они стекаются туда по проводам, соединяющим катод с отрицательным полюсом батареи. А сама батарея, как вы это хорошо знаете, тоже не вечна; вспомните ваши фонарики.

Чтобы узнать одно из главных достоинств двухэлектродной лампы — диода, мы должны проделать еще один опыт. Пока плюс был на аноде, минус на катоде, все было благополучно. Но вот мы перевернули полярность. Словно непроницаемая стена возникла между обоими электродами. Ни одна частичка не проникает теперь от катода к аноду. Ток через лампу прекратился. Значит, двухэлектродная лампа проводит электрический ток только в одном направлении. Это очень важное свойство. Оно позволяет строить выпрямители, то есть приборы, превращающие обычный переменный ток, который дают нам электростанции, в постоянный. А постоянный ток необходим троллейбусам и трамваям, поездам электрички и метрополитена. Постоянный ток плавит металлы и работает на химических заводах. Наконец, все приборы, все аппараты радиоэлектроники питаются от источников постоянного тока, конечно, с помощью всевозможных выпрямителей. И в любом приборе необходимо разрежение. И чем сложнее прибор, чем выше скорости, на которых он должен работать, тем все более жесткие требования предъявляются к разрежению. Ни молекулы газа внутри баллона — вот давняя, правда, пока еще невыполнимая мечта специалистов в области электроники.

Сегодня электроника проникла почти во все отрасли техники, как бы повторяя судьбу науки о разрежении. Как нельзя понять написанное в самой интересной книге, не зная алфавита и языка, на котором книжка написана, так нынче, не зная возможностей, которые дает союз разрежения с электронным потоком, не удастся создать ни одной выдающейся или просто современной конструкции, аппарата или прибора.



Когда разрежение становится вакуумом?

Впрочем, раз уж мы заговорили об электронных приборах, о союзе разрежения с электронным потоком, нужно еще раз вернуться к началу — к определению. Ведь не всякое разрежение способно одинаково сотрудничать с юркими электронами. Разрежение разрежению рознь.

Итак, разрежение (или разреженный газ) — это такое состояние, когда давление внутри газа ниже атмосферного. Но что значит «ниже»? В сто, в тысячу, в миллион раз ниже? Точные науки требуют и точных определений.

Мы получали разрежение, откачивая воздух из замкнутого сосуда. Разрежение может быть создано в лампочке, в заткнутой бутылке, в любом объеме, ограниченном стенками. Были бы стенки. Вы можете пожать плечами и законно спросить: «При чем здесь стенки?» И вот тут-то оказывается, что именно стенки — оболочка откачиваемого объема — играют огромную, даже решающую роль. Потому что все свойства, все поведение разреженного газа в бутылке зависит от соотношения размеров бутылки и длины пути, который пролетит молекула газа до столкновения с другой его молекулой. Этот путь называют «длиной свободного пробега» молекулы.

А как же космос? Ведь пространство, разделяющее планеты, звезды и галактики, — пусто? Значит, там тоже вакуум?

Так-то оно так, только космическая среда — это вакуум особого рода. В отличие от «земной пустоты» — технического вакуума — называют его «вакуумом Дирака», по имени выдающегося английского физика, одного из основателей квантовой механики. Свойства этой среды изучает особый раздел механики — аэродинамика разреженных газов. Это очень важная и необыкновенно сложная наука.

Важная, потому что она помогает определять силы, действующие на спутники и космические корабли, помогает рассчитывать нагрев спускаемых аппаратов. Вы, наверное, не раз

читали рассказы космонавтов о том, как на коротком пути к Земле в иллюминаторы бьет пламя, как выгорает защитная оболочка...

Аэродинамика разреженных газов сложна не только своими теоретическими расчетами. Тот, кто читал записки советских авиаконструкторов, знает, как важна при создании самолета «продувка», то есть испытания в аэродинамической трубе. На неподвижно укрепленный самолет (или модель самолета) мощные вентиляторы гонят воздушный поток той же силы, какой встретит новую машину в реальном полете.

В аэродинамике разреженных газов эксперимент еще более важен. Мы уже говорили — теоретически полностью рассчитать движение тела в потоке разреженного газа почти невозможно. А насколько сложнее работать с аэродинамической трубой, если в ней требуется сохранять разрежение. Разрежение, да еще и космические скорости... Это необыкновенно увлекательная проблема...

Но наша тема — вакуум! И, говоря о союзе с электронами, — вакуум высокий и сверхвысокий.

Сейчас вы увидите, что происходит, когда разрежение получается недостаточным.



Сенсация конца прошлого столетия

Вернемся еще раз в прошедший век, столь богатый открытиями.

Отметим, что большинство открытий прямо или косвенно было обязано разрежению, так как новая физическая среда позволяла увидеть самые сокровенные процессы природы — те процессы, которые в плотном воздухе протекают незаметно.

Итак, мы в небольшом немецком университетском городке Вюрцбурге.

Приближалось воскресенье. Физик Вильгельм Конрад Рентген собирался домой, чтобы встретить свободный день в кругу близких. Но предварительно следовало внимательно посмотреть, не оставил ли кто-нибудь из учеников в лаборатории беспорядка. О, Рентген почитал порядок. Он не просто любил его, он боготворил его. Без строжайшего порядка не может быть настоящего экспериментатора. Это твердое убеждение непоколебимо. Герр профессор недаром признан лучшим экспериментатором Германии.

Кажется, все в порядке. Высокая нескладная фигура легко движется из одного конца лаборатории в другой. Едва не задевая длинной бородой за приборы, Рентген придирчиво оглядывает рабочие места помощников. Неожиданно орлиный взгляд грозного ревнителя аккуратности упал на большой картонный лист, покрытый соединением бария. «Доннерветтер! Кто осмелился забыть положить его на место?!»

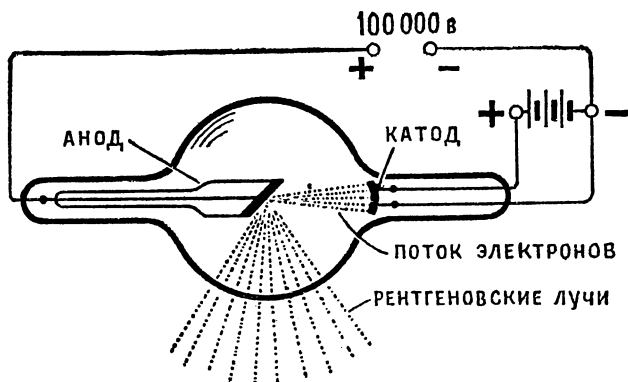
Длинная цепкая рука потянулась, подняла лист и прислонила его к разрядной трубке Крукса. Установка, с которой экспериментировал кто-то из учеников, была плотно закрыта чехлом из черной бумаги. В лаборатории Рентгена изучали электрический разряд в откачанных трубках. «Кажется, все».

Профессор собрался было уйти, когда заметил, что картон, покрытый легким сероватым налетом, светится. Да, да, тот самый кусок, который он только что поднял с пола. И снова «герр профессор» идет через всю лабораторию, чтобы выяснить причину беспорядка.

Однако едва Рентген берет картон в руки, тот потухает. Ученый снова ставит его на место. И снова серый слой начинает светиться. Рентген сдергивает бумажный чехол с трубки... «Либер готт...» Не будь таинственного свечения, почтенный профессор мог бы лишиться чувств от возмущения, а не радивый ученик получил бы такой нагоняй... Ведь только подумать — он ушел, забыв выключить прибор! В трубке беззвучно трепетало едва заметное пламя газового разряда...

При всех особенностях своего характера Вильгельм Конрад Рентген был настоящим ученым, и он слишком много работал с газовым разрядом, чтобы не понять сразу, что перед ним новое свойство капризного таинственного явления. Новое и никем еще не открытое...

Профессор перевернул лист картона другой стороной. Све-



Понятно, почему рентгеновским трубкам необходимо высокое разрежение?

чение не ослабло. Он поставил между трубкой и картоном толстую книгу — никакого результата. Тайнственные лучи, казалось, и не замечали препятствия. Под руку попались доска, эбонит — лишь легкие тени ложились на бумагу, покрытую солями бария. Отчаявшись, профессор прикрыл трубку тыльной стороной руки. И тут случилось то, что у более суеверного человека могло бы вызвать чувство ужаса. На бариевом экране легкой тенью отпечатались кости ладони и пальцы, лишенные мышц и кожи... Фотография скелета!

Рентген вытащил кошелек из кармана. На экране четко обозначилось его содержимое — три монеты, ключ — и металлическая застежка кошелька...

На этот раз трубка с разреженным газом преподнесла необыкновенный сюрприз. Новые, всепроникающие таинственные лучи!

Но мало кто заметил скромное сообщение Рентгена, появившееся накануне рождества в известиях Вюрцбургского физико-медицинского общества. Небольшая заметка называлась: «О новом роде лучей».

Прошли рождественские праздники. Неутомимые журналисты кинулись на поиски новостей. Тут-то судьба и натолкнула их на открытие чародея в образе бородатого профессора физики. Пресса взялась за дело. Менее чем за месяц

о новом открытии заговорила вся Германия, а за ней и весь мир.

Бессовестные репортеры плели небылицу за небылицей. Они предсказывали, что при помощи рентгеновых лучей люди будут наблюдать друг за другом сквозь стены домов. Спрятанные в очках и биноклях, колдовские лучи помогут жуликам распознавать, что у кого лежит в кармане, считать золотые зубы во рту, заглядывать туда, куда вовсе не следует проникать постороннему взгляду...

Рассказывают, что несколько месяцев спустя Рентген получил письмо, автор которого просил прислать ему несколько штук лучей и научить его пользоваться ими. Дело в том, что в груди автора застряла пуля и он хотел бы при помощи икс-лучей определить ее местонахождение.

Просьба не осталась без ответа. Профессор совершенно серьезно сообщил своему корреспонденту, что в настоящее время в запасе у него лишних лучей нет и пересылка их сопряжена с трудностями. Лишь в конце письма Рентген позволил себе шутку. «Поступим проще, — приписал он, — пришлите мне вашу грудную клетку».

Прошло семьдесят лет. Сегодня с помощью рентгеновских лучей ученые изучают строение молекул и кристаллов. Всепроникающие лучи просвечивают человеческое тело и стальные конструкции. Помогают врачам точнее распознавать болезни, а некоторые — и лечить. Инженерам — заглядывать внутрь сложных неразборных конструкций.

Современная рентгеновская трубка — сложный электронный прибор, она откачана до самой высокой степени разрежения. Как и в обычной радиолампе, в ней есть анод и катод. Только к аноду подводится очень высокое положительное напряжение. Оно заставляет электроны, вылетающие из катода, мчаться со страшной скоростью по разреженному промежутку и с силой вколачиваться в анод. При этом и рождаются незаряженные всепроникающие рентгеновы лучи.

Понятно, почему этим трубкам нужно такое высокое разрежение. Ведь если на своем пути быстрый электрон налетит на неповоротливую молекулу воздуха или газа, то вдребезги разобьет ее. А при этом может возникнуть новое излучение, новые лучи, которые вовсе не нужны ни врачам, ни инженерам.



Окно в микромир

Летом 1892 года на крымских дорогах часто можно было видеть человека в широкополой шляпе

с котомкой за плечами. Он петлял по склонам гор до тех пор, пока его котомка не наполнялась. Потом дома, на веранде, разбирал добычу — большие темно-зеленые мясистые листья знаменитого крымского табака. И каждый лист обязательно с пятнами светло-зеленого цвета, словно со штампом. Это были листья, пораженные табачной мозаикой — страшным бичом южных плантаций.

Молодой, только что окончивший курс ботаник Дмитрий Иосифович Ивановский стремился найти возбудителя этой болезни табака. Он — увлеченный сторонник тех ученых, которые совсем недавно открыли мир невидимых врагов: бактерий, микробов, несущих людям такие страшные болезни, как оспа, холера, инфлуенца. И не только открыли, но научились бороться с ними.

Каждый день Ивановский мнет зеленые листья табака и фильтрует их зеленый сок через бактериальный фильтр — стаканчик из слабообожженного фарфора. В его стенках остаются такие крошечные поры, что сквозь них не должны проходить даже самые мелкие бактерии и микробы. Не должны... И не проходят. И микроскоп подтверждает: профильтрованный сок — чистый.

И все-таки он ядовит, этот сок. Он заражает здоровые растения.

Ивановский делает вывод: профильтрованный сок содержит какой-то болезнетворный агент, способный размножаться, как только попадет в здоровое растение.

Но размножаются только живые существа. Следовательно, кроме бактерий есть еще и мельчайшие существа, проходящие через фильтры. Эти сверхсупермикроорганизмы назвали фильтрующимися вирусами.

Вирусы не обнаружить даже в самый сильный микроскоп. Увеличить можно только предмет, размер которого не меньше длины световой волны. Если он будет меньше, световые лучи не отразятся от такого препятствия, а просто обогнут его. Такую точку, как ее ни увеличивай, увидеть не удастся.

Значит, свет не годится. А не поможет ли разрежение и электроны? И физики строят электронный микроскоп.

Кто не видел на телевизионной трубке — кинескопе — маленького магнитика — кольца, надетого на самый кончик трубки? Повернешь его, и световое пятнышко передвинется на экране, станет более ярким или более тусклым. Магнитик управляет пучком электронов, летящих в трубке от катода к экрану. Ведь это они, электроны, бомбардируя экран, заставляют его светиться.

Так же, как стеклянные линзы преломляют световые лучи, магниты во всех электронно-лучевых приборах преломляют электронные потоки, собирают их — фокусируют.

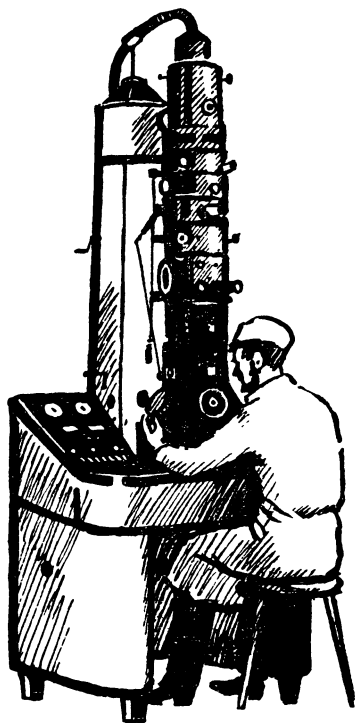
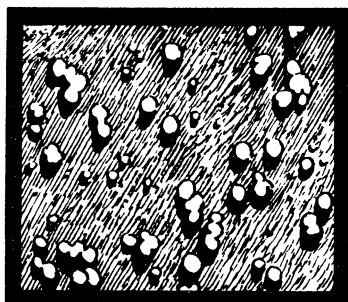
Если же вблизи от точки, где пересекаются пути всех электронов, поместить предмет, то его более плотные участки поглотят из потока больше электронов и на светящемся экране появится теневое изображение предмета. Крошечные электроны увеличат изображение во много раз больше, чем это сделают световые лучи. Поэтому в электронный микроскоп можно увидеть куда более мелкие предметы, нежели в оптический.

Вот он, электронный микроскоп, гордость современной техники. Самая главная деталь его — колонна, длинная труба из нержавеющей стали. В ней летят электроны, просвечивающие рассматриваемый предмет.

Воздушные насосы и приборы спрятаны внутрь стеллажа-подставки, на которой крепится колонна. За пять минут мощные насосы откачают воздух в колонне до остаточного давления 10^{-5} — 10^{-6} миллиметров ртутного столба. Только тогда электронам будет очищен путь.

Попробуем подготовить микроскоп к работе. Небольшим поворотом штурвала включаем форвакуумный насос. Сбоку возле колонны — стеклянный глазок, за ним — наша старая знакомая — газоразрядная трубка, служащая здесь для измерения разрежения. К ней подведено напряжение.

Бьется, трепещет в трубке электрический разряд. Чем меньше воздуха в колонне, тем сильнее меняет свой цвет разряд. Сначала он ярко-красный, но вскоре всю трубку зали-



*Вот он, электронный микроскоп, гордость современной техники!
 Слева наверху: вирус табачной мозаики, увеличенный в 150 000 раз.
 Слева внизу: вирус гриппа, увеличенный в 75 000 раз.*

вает бледно-розовый свет. Это значит, давление достигло одной тысячной атмосферного, можно включать насос высокого разрежения.

Когда требуемое разрежение в колонне установилось, включайте напряжение, ускоряющее полет электронов.

Наконец можно приступить к наблюдениям.

Впервые в 1941 году немецкому бактериологу Генриху Руска удалось разглядеть в электронных лучах еще никем не увиденных вирусов.

Какими же крошечными оказались эти микробы микробов! Увеличенные в сто, в двести тысяч раз, они были видны на экране в виде еле заметных точек и запятых.

То, что биологи могли разглядеть, было уже не живыми организмами, а всего-навсего трупами. Даже тенями трупов. Потому что союз высокого разрежения и потока электронов, несущегося со страшной скоростью, убивает все живое и переносит на светящийся экран только тени и силуэты. Это большой недостаток электронного микроскопа.

Может быть, именно поэтому еще нельзя ответить на вопрос: что же такое вирусы, предсказанные русским ботаником Дмитрием Ивановским?

До сих пор на каждой конференции вирусологи горячо спорят. Большинство считает вирусы живыми организмами. Но находятся приверженцы взгляда, будто вирусы — просто химические вещества, а их размножение — обычная химическая реакция. Кто прав? Окончательный ответ даст новый опыт, убедительный и доказательный.



Вакуум и начало атомной эры

Итак, мы из космоса изгнали пустоту, заменив ее сначала эфиром, потом силовыми полями и, нако-

нец, подозрительным дираковским вакуумом — бездонной кладовой частиц. И вообще поскольку согласно теории относительности пространство и время нерасторжимыми узами связаны с материей, то стоит ли говорить о «Пустоте», которая подразумевает свободное от материи пространство...

Впрочем, попытаемся найти пустоту... внутри атома. Надо сказать, что в науке о строении атома разрежению и вакууму отводится немаловажная роль. И в самом начале наступления людей на атом, и сегодня. Впрочем, судите сами.

В 1856 году профессор Боннского университета Юлиус Плюккер обратился к известному стеклодуву Гейслеру и заказал небольшую стеклянную трубку, через разреженное про-

странство которой он собирался пропускать ток. Заказ не сложный для умелого мастера. И Гейслер не слишком охотно принялся выполнять его. Мог ли он предположить, что скромный заказ боннского профессора сделает через несколько лет имя простого стеклодува знаменитым на весь мир?

Трубка готова. Подмастерье отнес ее на дом заказчику. Плюккер взял электрическую батарею и гальванометр — прибор для измерения силы тока. Соединил с принесенной трубкой и принялся наблюдать. Прибор сразу показал, что через разреженную трубку пошел электрический ток. Профессор добавил напряжение, и в трубке возникло бледное свечение. Сначала оно появилось возле положительного электрода — анода. Но постепенно светящийся столб заполнил всю трубку. Удивительное явление! Что же там светилось?

Сообщение Плюккера заинтересовало многих. То один, то другой заказчик стучится в двери скромного стеклодува. Предприимчивый Гейслер вынужден расширить свою мастерскую. Господам профессорам уже мало простого разрежения в трубках, они просят наполнять их различными газами. Но при этом чтобы давление газов было обязательно много ниже атмосферного.

Опыты с трубками Гейслера приносят все более и более удивительные результаты. Каждый газ светится своим цветом; если кислород дает красное сияние, бледное и анемичное, то у азота оно ярко-пурпурное, у разреженного водорода — от розовато-фиолетового до фиолетового.

Гейслер теперь сам проверяет цвет свечения своих приборов. Надо поддержать честь фирмы. Ведь теперь трубки носят его имя... А господа ученые требуют наполнять откачанные трубки уже не газами, а парами металлов. Трубки приходится откачивать все более и более тщательно. Гейслер изобретает новый насос. Это известный нам диффузионный, который создает куда более высокое разрежение, чем все механические конструкции.

Необычайное, удивительное зрелище наблюдает стеклодув в своей мастерской: пары ртути светятся зеленовато-фиолетовым светом, пары натрия — желтым.

Так впервые возникло содружество разрежения с электричеством. Содружество плодотворное, подарившее людям впоследствии много удивительных и полезнейших приборов.

Мы привыкли к зрелищу ярко светящихся рекламных трубок, наполненных разреженными газами. Но сто лет назад...

Сто лет назад удивительным было все. Начиная с того, что воздух, обычный атмосферный воздух, находящийся под привычным давлением, и не думает светиться, какое бы напряжение от батареи к нему ни прикладывали. Но стоит начать откачивать его из сосуда — и разреженное пространство вспыхивает ярко-красным сиянием. Что же заставляет светиться разреженный воздух?

Иное дело, если, включив насосы, поднять разрежение еще на одну ступеньку вверх. Теперь длина свободного пробега каждой оставшейся молекулы уже стала примерно равной размерам откачиваемого сосуда. Теснота в пространстве устранена, и молекулы чаще сталкиваются со стенками сосуда, чем друг с другом. Поэтому стенки сосуда играют уже более важную роль в происходящих процессах. Газ как бы перестал быть единым целым. Скорее, это великое собрание отдельных частиц, отдельных молекул, где каждая со своим характером движения, своей траекторией полета. Помните опыты Герике? Колокольчик из-под откачиваемого колокола слышался все слабее и слабее. И все же это только среднее разрежение — лишь половина того, чего мы умеем добиваться.

А если продолжить откачку?

За одним насосом — второй, за вторым — третий. Вот уже самый чувствительный не захватывает больше из откачиваемого объема ни частички.

Предел достигнут. Значит ли это, что сосуд пуст?

Нет.

Внутри по-прежнему летают миллионы и миллионы молекул. Но отдельные молекулы не способны более встретиться и столкнуться друг с другом. Их слишком мало.

Они свободно летают от одной стенки сосуда к другой, хлопаются о них и отлетают, как шарики для пинг-понга. Они уже не образуют волны и, следовательно, не передают звук.

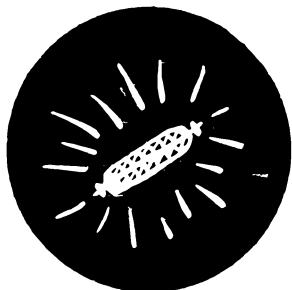
Отдельные молекулы так далеки друг от друга, что не приходится говорить ни о их внутреннем трении, ни о передаче тепла. Вспомните сосуды Дьюара. Теперь и электрический ток проходит совсем по-другому.

Это уже совсем не «газ». Теперь вы и сами поняли, что для среды, заполняющей почти пустое пространство откачанного сосуда, необходимо другое название.

И его нашли. Инженеры называли разрежение вакуумом. «Вакуум» — в переводе с латинского — «пустота». Правда, в наше время никто не говорит и не пишет трактатов по-

латыни. И потому в латинское слово «вакуум» легче вложить несколько иной смысл, нежели в привычную «пустоту».

Итак, «разрежение» нашло свое истинное название: вакуум! Им пользуются физики и инженеры. Воспользуемся этим новым термином и мы.



Загадки трубки Гейслера

В 1874 году в университет промышленного английского города Шеффилда приехал из Лондона Уильям

Крукс — член Лондонского королевского общества. Мистер Крукс — личность весьма замечательная: он химик и физик, пользующийся немалой известностью у себя на родине. Тема его доклада: «Лучистая материя, или четвертое состояние вещества».

Лекционный зал переполнен. Слушатели ждут сенсационных сообщений. Ведь лекция мистера Крукса посвящена таинственному электричеству.

В университетской аудитории приготовлен для опытов лабораторный стол. Установленная на нем трубка Гейслера соединена с воздушным насосом, здесь же тяжелая электрическая батарея.

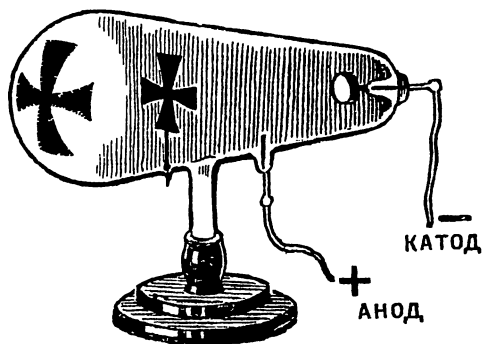
И вот появляется докладчик. Он высокого роста, весьма представительен, сухощав, быстр в движениях. Усы согласно моде тех лет победоносно закручены и торчат в разные стороны. Из-под нависших бровей он окидывает аудиторию острым пронизательным взглядом, словно оценивает — как-то примут его сообщение.

В своем докладе мистер Уильям Крукс высказывает мнение, что свечение в трубке производят особые лучи, вылетающие из электрода, соединенного с отрицательным полюсом батареи, — из катода.

Слушатели разочарованы. Все это они слышали. Но где доказательства? Студенты и преподаватели начинают недовольно брюзжать. Но тут Крукс включает насос — начинается главный опыт.

Собравшимся становится не до разговоров. Кажется, мистер Крукс собирается доказать существование лучей, которых никто не видит? Это уже интересно...

Давление в трубке падает. В ней уже только тысячная до-



Знаменитый опыт У. Крукса. На светящемся поле стекла четко видна темная тень.

ля того воздуха, который заполнял ее вначале. Экспериментатор подключает напряжение, и все пространство откачанного прибора вспыхивает ярким свечением... А насос все качает. Все меньше и меньше воздуха остается в небольшой трубке. И вместе с уходящим воздухом гаснет огненный столб. Только на стекле, как раз против катода, остается зеленоватое мерцающее пятно.

И все? Ну и доказательство! Снова общее разочарование охватывает аудиторию. Зеленоватое пятно видели и до Крукса сотни исследователей. Однако ученый задает вопрос: если это след от лучей, то не отбросят ли они тень от поставленного на их пути непрозрачного предмета?

Он отключает насос, и вместо первой трубки на столе появляется новая. Она отличается тем, что внутри ее, на пути от анода к катоду, укреплен металлический крест. Трубка тщательно откачана. Снова экспериментатор подводит к элек-

тромам прибора напряжение. И в полной тишине раздается единодушный вздох. На зеленом светящемся поле стекла четко видна темная тень.

«Крест! Крест!» — первыми закричали, конечно, студенты. Но даже солидные профессора не могли скрыть своего волнения. Прекрасный наглядный опыт! Успех полный! Какова же природа Круксовых катодных лучей? Что они из себя представляют?

Лишь теперь, в самом конце доклада, решается ученый высказать свое предположение. Он думает, что лучи состоят из... частиц, которые отрываются от атомов...

Что тут началось.. Почтенные джентльмены негодуют; кто-то ядовито спрашивает у Крукса, не считает ли он, что атом, единый и неделимый кирпичик вещества, может быть еще разделен на части, а части — еще, и так без конца... Кто-то с пеной у рта доказывает, что гипотеза Крукса не имеет под собой никакой научной почвы. Докладчику не дают даже говорить.

Вскоре шум и смятение из большой аудитории Шеффилдского университета перекинулись в университеты других городов, и не только Англии.

Электрический разряд в трубках с «высоким вакуумом» — их стали называть трубками Крукса — открыл множество новых, неизвестных ранее световых и тепловых явлений.

Сам Крукс защищает свою гипотезу: наряду с тремя известными состояниями вещества — твердым, жидким и газообразным — существует четвертое, лучистое состояние.

Разумеется, авторитет английского ученого велик. Его опыты наглядны и очевидны. Но его гипотеза... И к тому же этот человек — увлекающийся. Он способен увлекаться даже спиритизмом. В Англии хорошо помнят его статьи в защиту спиритических явлений. Но может ли серьезный ученый принять на веру какое-то общение с духами? Сумел же русский профессор Менделеев доказать, что спиритизм — это шарлатанство, приманка для легковверных обывателей.

Опыты Крукса точны. И многие ученые удостоверились в том, повторяя их. А вот гипотеза — не очередное ли это увлечение мистера Крукса?

Споры и полемика стали такими острыми, что Генрих Герц — знаменитый открыватель радиоволн и блестящий ученый своего времени — публично обозвал Крукса... сумасшедшим.

— Никаких частиц нет! — категорически заявил Герц. — Катодные лучи — это особый вид волн, распространяющихся в разреженном пространстве! И все!

Но это было далеко не все...



От потока лучей к пудингу с изюмом

Загадка катодных лучей увлекла множество ученых. Во всех университетских лабораториях застучали насосы, откачивая воздух из трубок. Разрежение плюс электричество — вот ключ к тайнам природы.

Примерно так думал, наверное, невысокий сухощавый человек — физик Джозеф Джон Томсон, сжимая голову руками и неотрывно глядя на работающую перед ним трубку Крукса. Его близорукие глаза за стеклами очков устало щурятся от непрерывного мерцания. Что же такое — лучи? Он рассуждает дальше: «Через трубку с выкачанным воздухом идет ток. Это доказано еще американцем Эдисоном. Значит, в ней остаются какие-то частицы — носители электричества, частицы, летящие от катода к аноду...»

В 1881 году немецкий коллега Герман Гельмгольц высказал публично предположение, что частицы, переносящие электричество, существуют. А девять лет спустя кто-то уже из английских ученых предложил назвать такую частицу «электрон». Кто же это был? Томсон морщит высокий лоб, пытаясь вспомнить фамилию физика. Кажется, Стоней. Да, да, Джон Стоней. Название удачное: «электрон» по-гречески значит «янтарь», а ведь именно янтарь явился первым известным человеку источником электрических зарядов...

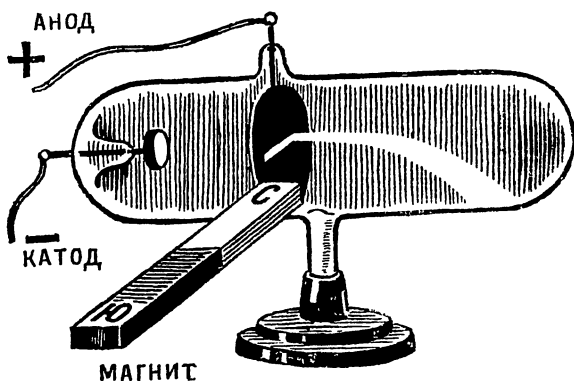
Томсон вспоминает, как на заре своей научной деятельности он усердно натирал янтарную палочку суконкой, после чего палочка начинала притягивать кусочки бумаги.

Ученый отдыхает. Но все равно где-то в глубине мозга идет непрерывная работа. Многочисленные опыты убедили его, что Гельмгольц прав, что частицы-электроны существуют. Но как доказать это? Доказать — это главное! И доказать так, чтобы не оставить сомнений ни у кого, даже у себя.

Снова ученый вглядывается в трубку, из которой выкачан воздух. Она должна помочь. Интуитивно Томсон чувствовал, что разрежение прочно занимает свое место в науке, становится необходимым инструментом исследователя.

Частицы мелкие, их не увидишь ни в один микроскоп. Частицы атома! Это звучит почти кощунством, ведь атом неделим. До сих пор это было общим убеждением. Атом — элементарный кирпичик, заложенный в фундамент природы. И все-таки... Частицы должны быть, и именно разрежение поможет доказать их существование.

Все! Время, отведенное на отдых, кончается. В голове созрел план нового опыта. Сброшен сюртук, накрахмаленные манжеты белоснежной рубашки отвернуты, физик превращается в мастерового. Да, не удивляйтесь, настоящий ученый должен уметь подготовить и поставить эксперимент сам. И в этом он — Джозеф Джон Томсон — пример ученикам. Их у него немало. Отличные молодые джентльмены. Томсон улыбается, вспоминая нескладного порывистого Резерфорда —



Опыт Томсона. Если лучи отклоняются магнитом, — значит, это не лучи, а поток заряженных частиц.

талантливого юношу, приехавшего в Кембридж из далекой Новой Зеландии. Вспоминает имена других — будущих выдающихся физиков мира.

Размышляя, ученый не остается без дела. Аккуратно и точно, не хуже мастера-стеклодува, впаивает он между электродами трубки Крукса тонкую узкую пластинку. Впаивает так, чтобы в дальнейшем лучи летели параллельно новому электроду. Затем подключает к охлажденному баллону воздушный насос и откачивает его. Прибор готов! Трубка отлично действует, об этом свидетельствует зеленоватое пятно на стекле, в том самом месте, куда бьют лучи... или попадает поток частиц.

Опыт начинается. Теперь к впаиванному электроду Томсон подводит напряжение положительного полюса электрической батареи. И тотчас лучи послушно искривляют свой путь, притягиваясь к электроду. Томсон сдержанно улыбается, потирает руки. Что ж, он ждал этого. Похоже, что лучи все-таки состоят из отрицательно заряженных частиц. Ведь разноименные заряды притягиваются. Он переключает полюса, теперь на пластинке — минус, отрицательный потенциал. И лучи отклоняются в другую сторону.

Это победа! Трудно представить себе более наглядный опыт. Лучи — поток отрицательно заряженных частиц. Доказано! Иначе магнит не воздействовал бы на них.

Двадцать девятого апреля 1897 года люди, случайно оказавшиеся в здании, где происходили заседания Лондонского королевского научного общества, были немало изумлены. Из-за закрытых дверей конференц-зала гремели аплодисменты. Аплодисменты, тут нельзя ошибиться, бурные и даже, как любят писать репортеры, переходящие в овацию.

Именно так — рукоплесканиями — встретили собравшиеся ученые сообщение Томсона и его опыты. Частицы-электроны существуют. Атом перестал быть неделимым.

Однажды Томсона спросили, как представляет он себе строение столь маленькой частицы, как атом?

«Что-то вроде пудинга с изюмом, — ответил не без юмора ученый. — Причем роль изюминок должны играть электроны».

Так «пудинг с изюмом» и вошел в историю науки как «модель атома по Томсону». Ученому же, разделившему с помощью обыкновенной откачанной трубки «неделимый» кирпичик вещества, вскоре была присуждена Нобелевская премия.



На штурм атома

Мы по праву гордимся тем, что, покорив атом, высвободили его энергию. Теперь мы вступили в новую эру. Атомную. Это величайшее событие в науке, в истории, в культуре человечества. И оно произошло на наших глазах.

Когда это случилось?

Здесь нет единого мнения. Началом атомной эры, считают одни, стал пуск первой атомной электростанции в СССР. День, когда покоренный атом отдал свою энергию на пользу людям. Другие называют страшную дату, когда весь мир был потрясен взрывом атомных бомб над японскими городами Хиросимой и Нагасаки.

Иные приурочивают рождение атомной энергии к тому дню, когда в Чикаго, в лаборатории, расположенной под трибунами стадиона, заработал первый, совсем еще небольшой и примитивный котел, сложенный из 6200 килограммов чистейшего графита. День, когда самоотверженные ученые с тревогой следили, как протекает первая в мире цепная реакция, искусственно вызванная человеком.

Не будем спорить о дне рождения новой эры. Каждое событие — важная веха в истории науки. А история эта длинная. И учение о разрежении занимает в ней большое и почетное место.

Если бы ученые не научились создавать для опытов разреженную среду, если бы не научились вести в ней свои наблюдения и опыты, догадаться о строении атома и составляющих его частицах было бы невозможно.

Открыть первую атомную частицу — электрон, доказать, что неделимый атом делим, Круксу удалось, работая с трубками, наполненными разреженным газом. А это первое важное открытие привело Томсона к первому представлению о строении атома.

Так разрежение, именно разрежение, помогло ученым начать штурм невидимой и неприступной крепости — атома.

Правда, томсоновское представление об атоме как о пудинге с изюмом продержалось недолго. Его модель не могла объяснить многих свойств атома, и прежде всего как могут электроны, эти «изюминки», легко вырываться из недр «пудинга». С моделью не вязались и другие открытия, а их день ото дня становилось все больше и больше.

Во многих лабораториях ученые пытались построить такую модель атома, которая объясняла бы все его свойства, обнаруженные за последнее время. Больше всех повезло ученику Томсона, новозеландцу Эрнесту Резерфорду. Очень высокий, неуклюжий, с громоподобным голосом, Резерфорд оставил после себя такой же громоподобный след в науке об атоме. Он был неизменно удачлив в работе. Удачлив с начала и до конца.

Пожалуй, могут возразить: «Удача, существует ли она в мире науки? Можно ли рассчитывать на такую маловероятную штуку, как счастливый случай?»

Можно! И даже не только можно, но должно! Конечно, это не значит, что, уверовав в силу случайности, нужно каждый день учить один урок из пяти и надеяться, что именно по выученному материалу тебя спросит учитель. Нет! Только человеку, упорно работающему, его величество случай может принести успех, и даже больший, чем он рассчитывал. Таких фактов известно множество. Так случилось и с Резерфордом, когда он для объяснения результатов своих опытов построил новую модель атома. И представил ее в виде... Солнечной системы. В центре — маленькое, положительно заряженное ядро. А вокруг по далеким орбитам вращаются отрицательно заряженные электроны.

Конечно, не все и не сразу приняли предложенную «модель атома по Резерфорду». Кто сомневался, кто не желал расстаться с привычным «томсоновским пудингом». Лишь после замечательных работ ученика великого Резерфорда Нильса Бора, после того как атом Резерфорда — Бора так удачно подтвердил закономерности периодической таблицы химических элементов Менделеева, планетарная модель была признана.

И нынче, хотя за полвека в физике атома произошли огромные перевороты, строение кирпичика вещества начинают изучать по планетарной модели.

Представьте себе атом, в центре которого неподвижно покоится крохотное положительно заряженное ядро, и в нем сконцентрирована почти вся масса атома.

Вокруг ядра располагаются орбиты одного или нескольких электронов, несущих отрицательные заряды. Их заряды уравнивают заряд ядра, и потому заряд самого атома равен нулю. Поэтому физики говорят: атом электрически нейтрален.

Сколько электронов у атома? На этот вопрос дает ответ порядковый номер химического элемента в таблице Менделеева: гелий стоит на втором месте — у него два электрона.

Электронные орбиты распределяются на слои. В каждом слое свое определенное число электронов.

Взгляни на таблицу — и ты узнаешь, как распределяются электроны по слоям, например у атомов инертных газов:

<i>число Атомное</i>		<i>Число электронов в укомплектованных слоях</i>					
2	гелий	2					
10	неон	2	8				
18	аргон	2	8	8			
36	криптон	2	8	18	8		
54	ксенон	2	8	18	18	8	
86	родон	2	8	18	32	18	8

Если бы электроны оставались неподвижными на своей орбите, то под действием сил притяжения они упали бы на ядро. Но этого не происходит.

Значит, надо допустить, что они вращаются вокруг ядра и центробежная сила уравнивает силы притяжения.

Каждый электрон вращается строго по своей орбите и прочно удерживается на ней.

Но иногда электрон перемещается с одной орбиты на другую. Его можно сдвинуть, сшибить. Как? Столкнуть его может другая быстро летящая частичка, например электроны, вылетающие из раскаленной проволоки катода. Или лучи, испускаемые радиоактивными веществами, или ультрафио-

летовые, или рентгеновские лучи, сильное электрическое поле или, наконец, сильное нагревание.

Тогда электрон, захвативший порцию энергии, перескакивает на другую орбиту. Но удерживается на ней недолго и падает, возвращается на свое прежнее место. При этом электрон отдает захваченную порцию энергии в виде короткой вспышки или какого-нибудь излучения.

Вот она, разгадка удивительного свечения газоразрядной трубки. Цвет ее свечения, значит, зависит от того, с какой орбиты на какую перескакивают электроны.

Итак, быстрые частицы, то есть разогнанные высоким напряжением, срывают с атомов их электроны, или, как говорят, возбуждают атомы. Потеряв электрон, атом теряет заряд, и, следовательно, электрическое равновесие атома нарушается. Такой атом уже ион.

Если говорят: «Газ ионизирован в приборе» — это значит, что с атомов газа сорваны электроны, один или несколько.

При температуре более миллиона градусов молекулы и атомы разреженного газа начинают так быстро метаться и двигаться, что, налетая друг на друга и сталкиваясь, разбиваются вдребезги, будто стеклянные шарики, усеивая путь разноименными осколками.

Можно представить себе такое состояние, когда не останется ни одного целого атома и вещество уподобится мешанине из раздробленных атомов и атомных осколков.

Это уже особое состояние вещества, и свойства у него особые, не похожие на обычные. Вещество в таком состоянии называют плазмой. До недавнего времени только астрономы знали плазму — как вещество атмосферы очень горячих звезд.

Долгое время ученые стремились получить плазму на Земле, в лабораторных условиях. Но для этого требовались «космическое» разрежение и «звездная» температура в миллионы градусов. Сложнейшие лаборатории управляемых термоядерных реакций. Приборы и аппаратура, которые занимают целые здания — корпуса из бетона и стекла. И все только для того, чтобы получить ослепительно яркий шнур вещества, находящегося в особом состоянии.

Плазма! Ее обязан изучить человек, обязан заставить работать.

Лишь в последнее время удалось получить плазму в условиях опыта. Она возникала на несколько мгновений.

Так союз электричества и разрежения привел ученых к разгадке одной из самых сокровенных тайн строения вещества.

И сегодня разрежение — обязательное условие каждого атомного опыта. Но если на первых порах ученые довольствовались небольшой трубкой Гейслера, то теперь «трубка» занимает подчас громадное здание, а «питает» ее целая электростанция. Внутри трубки, как и сто лет тому назад — разреженное пространство.

Бесчисленное множество сложнейших приборов обслуживает ученых-атомщиков. И во всех этих приборах обязательно работает разрежение.



Ловушка для невидимки

А том невидим. И, разумеется, невидимы и крохотные частицы, его составляющие. Нет еще таких

приборов, которые позволяли бы разглядеть атомы.

Поймать же невидимого трудно, очень трудно, почти невозможно. И все же заманчиво. Потому что поймать — значит изучить. А изучать и атомы, и их частицы нужно во что бы то ни стало.

Может быть, вам довелось видеть кинофильм «Человек-невидимка», созданный по роману английского писателя Герберта Уэллса с таким же названием. В этом фильме есть такая сцена. Преданный своим другом, Невидимка, спасаясь от погони, выскакивает на улицу. Сам он невидим, но на рыхлом, нетронutom снегу начинают отпечатываться следы босых ног бегущего человека... Следы выдают невидимого, помогают преследователям поймать его.

Каждый невидимка обязательно оставляет какие-то следы. А по отпечаткам опытный следопыт узнает многое не

только о внешности невидимки, но даже о его характере и привычках...

Знаменитый охотник за атомными частицами Резерфорд в самом начале своих опытов улавливал частицы по их следам. Он направлял поток атомных частиц на экран, покрытый сернистым цинком. Как только частица падала на экран, на нем вспыхивала зеленоватая искорка. Так, вглядываясь во вспышки, Резерфорд мог определить, много ли частиц достигло экрана, в каком месте упало их больше, в каком — меньше.

Но эти вспышки не могли еще сообщить, какая частица пролетела, был ли ее путь длинным или коротким, какой у нее был заряд, масса. А важно было бы изучить след каждой частицы-невидимки и установить особенности ее полета.

Не мог сернистый цинк помочь ученым. Нужен был иной способ. И такой способ предложил английский физик Чарльз Томсон Рис Вильсон — ученик Резерфорда.

Каждая летящая частица сталкивается с атомами и молекулами вещества, разбивает их, срывает с них один или несколько электронов и превращает их в заряженные осколки — ионы.

Таким образом, путь частицы оказывается теперь как бы усеянным осколками атомов и молекул. Заряженными осколками. А изучить следы, состоящие из ионов, уже проще. И Вильсон строит особый аппарат — ионизационную камеру.

Эта камера наполнена... туманом. Искусственным, создаваемым мгновенно по воле ученого.

Туман! Это белые плотные клубы, сплошной завесой окутывающие улицы, здания.

Во многих местах земного шара туман — настоящее бедствие. Ослепшие в белой мгле, сталкиваются автомобили и поезда, сбиваются с дороги и пропадают без вести люди. В тумане останавливается городской транспорт, замирает жизнь.

Чаще всего туман образуется в городах. Даже не просто в городах, а именно там, где больше всего заводских труб или где в воздухе много пыли, копоти, дыма.

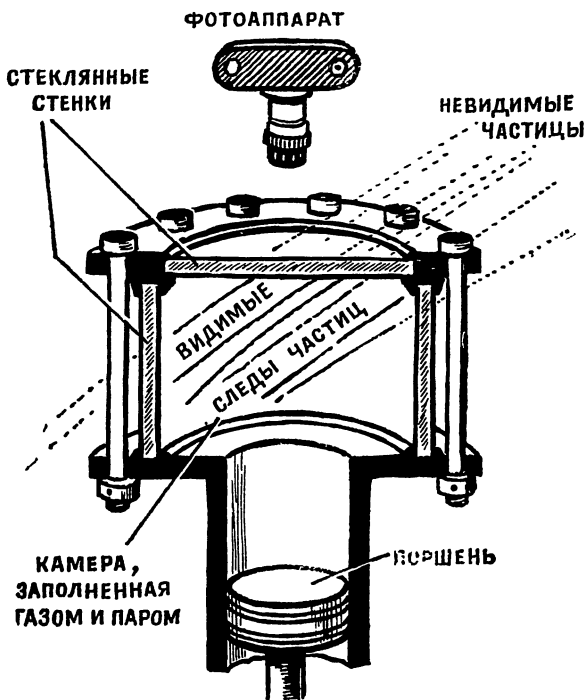
Славится туманами, например, Лондон — огромный современный город.

А высоко в горах, в океанах, далеко от пыльных берегов туманы — явление не такое уж частое. Почему?

Загадку их возникновения разгадал физик Вильсон. Он разглядывал туман сквозь увеличительное стекло и обнаружил в нем мириады крохотных капелек воды. Таких крохотных, что они носятся в воздухе и не могут опуститься на землю под действием силы собственной тяжести.

Обычно туманы возникают в холодные предрассветные часы, после жаркого дня: ночью, когда земля охлаждается и становится холоднее воздуха, влага конденсируется в крохотные капли воды, в туман.

Конденсация идет тем легче, чем больше в воздухе мельчайших холодных предметов, то есть пыли, частиц сгоревшего топлива, газов.



Камера Вильсона. «Любимый прибор» охотников за «невидимками».

Влага может сжигаться не только на твердых частицах, обнаружил Вильсон, но и на электрически заряженных атомах и молекулах газа, то есть на ионах.

Туман можно вызвать искусственно, если создать в сосуде насыщенную влагой атмосферу и охладить ее. Пылинки, случайно попавшие вместе с воздухом в сосуд, станут центрами, на которых начнет конденсироваться влага и образовываться туман.

Следовательно, если во влажную камеру, охлажденную до температуры туманообразования, влетит атомная частица, усеяв свой путь осколками атомов и молекул, то вокруг этих осколков тотчас же начнет выпадать туман — ниточка из мельчайших капелек. Этот туманный след выдаст направление полета частицы, и невидимка будет обнаружена.



Следы «невидимок» в тумане камеры Вильсона.

Замечательный способ, надежный и простой. И, что для нас важно, основан он на явлении разрежения. Ведь, сжимаясь, газы нагреваются, а расширяясь, то есть становясь более разреженными, охлаждаются. Этим свойством и воспользовался Вильсон. Он приспособил к камере поршень. Стоит потянуть его вниз, и влажный пар охладится, в нем проступят четкие следы-росчерки пролетающих частиц.

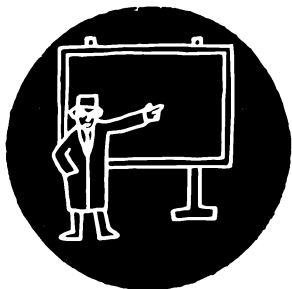
Поместим камеру в сильное магнитное поле. Теперь одни следы закрутились направо, другие — налево. Это значит, тут два сорта гостей: положительно и отрицательно заряженные частицы.

Одни невидимки пробегают длинный путь, расталкивая вещество, заполняющее камеру. Это сильные частицы, обладающие большой энергией. Другие, только влетев, останавливаются — это частицы с малой энергией, легкие... Срисовывай, фотографируй, рассчитывай...

Опыт закончен. Теперь верни поршень в нормальное по-

ложение, и пар сожмется, нагреется, а туман рассеется. Камера снова готова к работе.

Замечательный прибор — камера Вильсона — один из самых первых приборов, с помощью которого удалось обнаружить следы невидимок на всем их пути.



Сколько стоит «ничего»

Тихий-тихий подмосковный городок. Его асфальтированные улицы-аллеи проложены прямо в лесу. За деревьями — светлые стены невысоких коттеджей. Распахнутые окна. Тепло и тихо. Тихо-тихо... Может быть, внутри, в помещениях, никого нет? Но прислушайтесь.

«Тук-тук, тук и стук» — стучит мел по доске. Школа?

Пожалуй. Только не совсем обычная. У каждого «ученика» за плечами годы напряженной научной работы, множество опубликованных статей, диссертации, книги...

Неожиданно тишина прерывается громким спором. Заглянем в комнату. Кто-то из «учеников» завладел мелом, занял место «учителя» у доски... Кипит дискуссия. Крошится мел, выписывая бесчисленные формулы на черной доске.

В Дубне, в лаборатории высоких энергий, идет научный семинар. Дубненские ученые изучают атом. Миновало время, когда в тесных маленьких лабораториях, отгородившись от всего мира, физики открывали первые законы природы, когда самый сложный прибор, по словам Нильса Бора, не превышал размеров коробки от туфель.

Дубненский институт занимает целый городок. Каждая лаборатория — здание. Над проведением одного опыта трудится коллектив людей, насчитывающий десятки, сотни, а то и тысячи представителей самых разных специальностей: ученые, инженеры, техники и лаборанты. Физики, энерге-

тики, специалисты по получению высоких разрежений, вычислители...

В центре города-института — сердце всех исследований: ускоритель частиц. С его помощью удастся разбомбить, разрушить атом, исследовать его осколки-частицы, понять их строение...

Ускоритель — прибор-гигант. Он занимает большое круглое здание, похожее на цирк. Вдоль стены — коридор-баранка, сваренный из нержавеющей стали. В этой-то баранке и разгоняются частицы, прежде чем ударить по атому. Но, чтобы разогнать их до огромных скоростей, прежде всего следует им расчистить дорогу, как и в любом электронном приборе. А это значит — откачать воздух из коридора.

Пожалуй, еще со времен достопочтенного мистера Крукса и неукротимого Резерфорда разрежение стало сначала наиболее удобным инструментом физиков, а затем и привычной, просто необходимой средой. Ведь частица не может существовать в плотной, неразрезанной атмосфере.

Разрежение в сосуде служит для того, чтобы не «загрязнить» опыт, — радиоактивные снаряды должны выбивать осколки только из атомов исследуемого вещества, а не из остатков воздуха. Тогда по следам этих микроскопических столкновений, по следам траекторий полета осколков, физики составят мнение о том, как устроен атом данного вещества.

Так было сделано множество открытий. Сначала, правда, таких, которые лежали «на поверхности», то есть давали общее представление о строении атома — «кирпичика» вещества. Позднее, чтобы разобраться во всем его механизме, понадобилось заглядывать поглубже.

Но как пробиться в глубь атома? Силовые поля, окутывающие его со всех сторон, — надежная броня от проникновения частиц, излучаемых радиоактивными веществами. Чтобы увеличить мощь невидимых снарядов, нужно придать их полету большую скорость — разогнать их. Для этого нужны камеры-ускорители.

Первые ускорительные трубки изготавливали прямыми. Заряженные частицы влетали в них и попадали в сильное электрическое поле, созданное электрическим генератором. Поле подхлестывало, подгоняло частицы во время полета до тех пор, пока они не ударялись о специально приготовленную мишень.

На пути электрических снарядов все преграды тщательно устраняли — создавали разрежение. По этому принципу и до нынешнего времени строятся ускорители. Правда, конструкторы согнули прямую трубку в кольцо. Заставили частицы кружиться в тоннеле, набирая скорость от оборота к обороту.

С помощью таких приборов физики разобрались в строении невидимки-атома и обнаружили элементы, из которых он состоит. Множество крохотных частиц. Одни устойчивы — «живут» долго, другие, едва успев «родиться», соединяются друг с другом и исчезают из поля зрения.

Опыт показал, что чем выше разрежение в тоннеле ускорителя, тем больше срок «жизни» частиц.

Вот почему физики постоянно требуют: выше разрежение, выше, выше, выше...

...Выступающий у доски говорит по-английски. Впрочем, слушателям это безразлично, с таким же успехом он мог бы говорить и по-французски, и по-немецки — его поймут. Потому что настоящий ученый должен знать иностранные языки, чтобы следить за работами своих зарубежных коллег.

Сегодняшний докладчик — известный строитель сверхмощных ускорителей женеvского атомного центра.

Гость рассказывает о главном — как получать и поддерживать сверхвысокое разрежение в камерах ускорителей.

Много лет прошло с тех пор, как, по указанию магдебургского бургомистра, впервые потянули поршень воздушного насоса, чтобы в дубовой бочке создать первую «пустоту». Но уже тогда щели и неплотные соединения принесли исследователю немало огорчений.

За долгие годы, конечно, многое изменилось. Только вот заботы остались прежними.

Сверхвысокое разрежение — «продукт» очень нежный. Испортить его ничего не стоит. А уберечь, сохранить...

Ускоритель — это прежде всего камера-труба диаметром с хороший газопровод, свитая в баранку. Труба из нержавеющей стали, выплавленной в разреженной атмосфере. Разрежение работает на разрежение. В такой стали нет ни пор, ни трещин. Но в стальной баранке нужны окна, рукава, отводы. Их без сварки не изготовить. А в сварном шве всегда могут появиться пузырьки газа. Пузырьки же не устраивают физиков, и они настаивают на применении особой сварки — аргоновой — сварки в разреженной атмосфере инерт-

ного газа. Аргон ленив и нелегко соединяется с другими веществами. Прекрасное качество! Инертные газы, по мнению физиков, прямо-таки созданы природой для сварки ускорителей.

Баранка готова. Но пока только снаружи. Ее внутренние стенки следует еще тщательно отполировать до зеркального блеска. Точность полировки требуется как в ювелирной мастерской. Вы спросите: зачем? Очень просто: полированная поверхность лучше держит то же разрежение.

Разрежение, разрежение. Знания, изобретательность, силы, средства — все брошено на решение одного вопроса: как сохранить разрежение внутри гигантской камеры — коридора ускорителя. Женевский гость поведал, какие муки испытывали конструкторы, герметизируя камеру-баранку нового ускорителя.

При подготовке опыта первоочередная задача — добиться непроницаемости переходников и уплотнений. Не пропустить внутрь даже ничтожного количества атмосферного воздуха...

На черной доске один за другим появляются чертежи золотых уплотняющих колец и шайб. Золотых и в переносном, и в прямом смысле. Оказывается, золото — мягкое, пластичное — незаменимый металл для уплотняющих прокладок. Разумеется, чистое золото, без каких-либо примесей. Не такое, что идет на кольца, серьги и другие украшения. Чистое золото, которым паяют стыки на камере и трубах, — прекрасный материал для пайки.

Именно в технике, а не в ювелирных поделках самая благородная служба ценного металла. Таково твердое мнение физиков. Впрочем, это отступление от речи выступавшего на семинаре.

Работники швейцарской лаборатории посетили многие центры ядерных испытаний: и атомный городок Сакле под Парижем, и Институт физики и астрофизики имени Макса Планка в Мюнхене, и лабораторию «ДЕЗИ» в Гамбурге. Приехали и в Дубну.

Иначе и быть не могло. Ведь именно в Советском Союзе сооружаются самые мощные ускорители в мире. Именно в советской стране наука о мирном атоме занимает ведущее место.

Но вот готова наконец камера-баранка. Уплотнена, герметизирована, водружена на место. Смонтированы и тысяче-

тонные магниты, и сотни приборов, контролирующих, управляющих всем и регулирующих самостоятельно и по приказу человека все, что будет происходить там внутри за полированными стенками.

Но это еще впереди. Пока же следует расчистить путь будущим атомным снарядам, откачать воздух из кольцевого коридора.

Один за другим включаются в работу мощные откачные насосы. Не один, не два, даже не десять... Пятьдесят агрегатов обслуживают ускоритель. Пятьдесят насосов создают и поддерживают необходимое разрежение во время работы прибора. Они так чисто откачивают воздух из огромной камеры, что отдельные молекулы, оставшиеся внутри, летают, не мешая движению частиц и не сталкиваясь друг с другом.

Приезжий гость с гордостью сообщает, что женевам удалось в камере ускорителя получить давление в миллиард раз меньше атмосферного. И не только получить, но и удержать его.

Правда, каких трудов, каких средств это стоило... Вот уж поистине «дорогое ничего». Впрочем, удивить советских коллег степенью достигнутого разрежения не так-то просто.

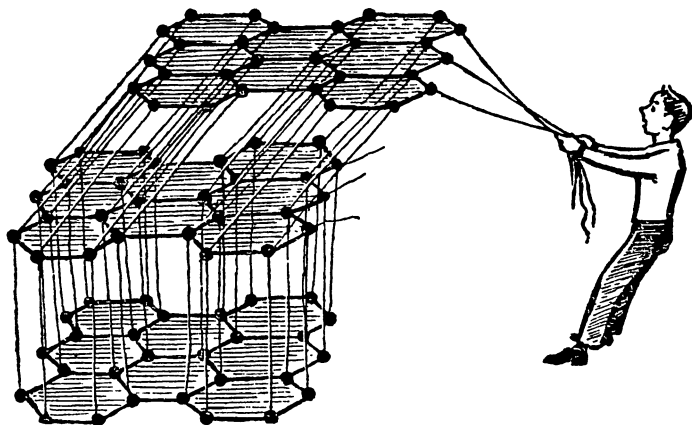


Атом — вещество — поле

Если бы великий фантаст Герберт Уэллс жил сегодня и сегодня задумал бы писать свой роман

«Человек-невидимка», он превратил бы Гриффина в невидимку не с помощью необычайных химических реакций обесцвечивания, а физическими методами, переводя его из состояния вещества в состояние поля...

«Вещество»... Что такое вещество? Давайте взглянем на него глазами физика, знакомого со строением атома.



Кристаллическое строение графита объясняет его особенности.

Выберем для примера вещество поплотнее, например графит — одно из наиболее тугоплавких веществ. Обычный графит, знакомый каждому в виде черного карандашного стерженька. Не забудьте, что кроме карандашей графитовые стержни служат прекрасными замедлителями быстрых нейтронов в атомных реакторах.

Перед вами на рисунке кристалл графита.

Атомы удерживаются, как вы знаете, в молекуле межатомными силами. Те же силы связывают атомы и группы атомов в четкую геометрическую структуру кристалла — кристаллическую решетку.

На рисунке шариками обозначены центры атомов. Прямых линий, которые соединяют атомы на рисунке, в действительности, конечно, нет. Их провели только для того, чтобы более наглядно представить расположение атомов в пространстве.

Графитовый кристалл сложен как бы из слоев атомов. Атомы одного слоя крепко связаны друг с другом, а с атомами соседнего слоя связь слабее. Из-за этого графит легко колетса и расщепляется на слои. И хотя сам по себе он очень тверд, но чешуйки его слоев легко скользят, преодолевая трение, и потому графит удобно применять для смазки трущихся частей машины. Атомы графита плотно упакованы в кристаллическую решетку. Ни щелки — как камни в крепостной стене.

Представим себе, что мы способны уменьшиться до размеров атома. И вот перед нами вместо кусочка графита-кристалла высится гигантская графитовая скала, каждый атом которой размером почти в наш рост. Что за картина откроется нашим глазам?

Все атомы всех элементов, как выяснили физики, имеют примерно одинаковые размеры: 0,0000000001 — одна десяти-миллиардная часть — сантиметра. Это очень маленькая величина. Но сейчас для нас каждый атом — шар не менее метра в диаметре.

Теперь, когда мы сами уменьшились, атомы уже не кажутся нам плотно упакованными. Между ними довольно большие расстояния. Каждый словно висит, поддерживаемый незримыми силовыми полями в положении равновесия. Мы можем увидеть даже ядра атомов, рассмотреть электроны — словом, все подробности строения каждой частицы.

Что же мы увидим?

Размеры атомных ядер всех элементов примерно одинаковы. По расчетам физиков, их диаметр составляет всего одну биллионную долю сантиметра — 0,000000000001 см. То есть в десять тысяч раз меньше диаметра самого атома.

Если представить себе атом с поперечником в 1 метр, то его ядро не превысит одной десятой доли миллиметра. Точка, почти не различимая невооруженным глазом.

Чем же заполнено остальное пространство атома?

Графит, то есть углерод, занимает в таблице Менделеева шестое место. Следовательно, у него шесть положительных зарядов и столько же отрицательных. На его двух орбитах, или, как говорят, уровнях, вращаются шесть электронов.

На первой орбите — два электрона, на второй — четыре. Если представить себе электрон шариком, то его диаметр в десять раз меньше диаметра ядра. Могут ли электроны заполнить все пустое пространство атома?

Итак, в метровой модели атома углерода в центре — ничтожная пылинка — ядро, а вокруг него кружатся еще более ничтожные пылинки — электроны. А остальной объем?..

Получается, что атом в основном состоит из... пустоты. Не удивительно ли, что каждое тело, каждое вещество, любая вещь — карандаш, перочинный ножик — и даже люди — все это в основном пустота!..

Не означает ли это, с атомной точки зрения, что плотная стальная пластинка похожа на редкое сито?

Но тогда почему внутрь колонн электронных микроскопов не проникает наружный воздух?

Почему сквозь стенки труб ускорителей частиц, сделанных из нержавеющей стали, не прорываются потоки разогнанных частиц?

Воздух — это еще понятно. Воздух состоит из молекул. А толстые и неповоротливые молекулы просто не в состоянии пролезть сквозь «атомное сито». Но частицы? Частицы, которые сами размером с электрон?

Атомная «кладка» пусть даже самой тонкой металлической пластинки составлена из такого огромного множества атомов, что проскочить это «сито» насквозь весьма не просто.

В пространстве между атомами, между электронами и ядром действуют необыкновенно могучие силы. Вряд ли правильно называть их силами притяжения, потому что притягивают они только на определенных расстояниях. Как только какая-нибудь частица пролетит это расстояние и вторгнется в недозволенное пространство, силы притяжения обернутся гут же силами отталкивания и станут яростно сопротивляться вторгающемуся в их лагерь врагу.

Какие это силы, ученые точно пока не знают. Природа их еще не разгадана до конца.

Так что пространство пусто только на первый взгляд. На деле оно заполнено силовыми полями.

Поле — неотъемлемая часть всякого вещества.



У колыбели новой науки

В 1907 году известный шведский химик Сванте Аррениус высказал предположение, будто жизнь на

Земле не возникла из неживой природы, а была занесена из других миров в виде спор и микроорганизмов. Жизнь якобы

совершила путешествие через океан смерти. Возможно ли это? Может быть, просто в начале нынешнего века ученые еще не представляли себе, какие опасности угрожают космическим путешественникам?

Попробуем взглянуть на эту идею с точки зрения наших современных представлений, отбросив для начала опасности космоса. Возможна ли сама идея переноса жизни с планеты на планету?

Почему бы нет? Обитаемых миров во вселенной великое множество. Микроорганизмы и споры способны подниматься в верхние слои атмосферы планет и вместе с частицами газа геряться в мировом пространстве. Размеры микроорганизмов таковы, что под действием давления света они вполне в состоянии путешествовать в пространстве.

Недавно французский ученый Саган вычислил, что споры, выброшенные с Земли, уже через несколько недель смогут достигнуть Марса. А за несколько десятков тысяч лет долетят до ближайшей звезды.

Так что с карандашом в руках и на бумаге идея Сванте Аррениуса выглядит вполне правдоподобно. Но мы не приняли во внимание опасностей... И вот тут уже оказываемся у колыбели новой, совсем недавно родившейся науки — экзобиологии.

Это слово означает: внеземная биология (греческое слово «экзо» значит «вне»).

Экзобиология — самая молодая из всех биологических наук.

Она изучает, как влияют разные космические условия на живые организмы, может ли существовать жизнь на других планетах и в космическом пространстве.

Как ни молода экзобиология, но у нее уже немало достижений. Недаром на каждом корабле-спутнике вместе с многочисленными физическими приборами отправляются в полет и всевозможные живые организмы.

Экзобиологи выяснили, что даже самая низкая температура не убивает микроорганизмы. В условиях космического холода они впадают «в спячку». Но едва они попадают в привычные им условия, жизнь снова пробуждается. Микроорганизмы как ни в чем не бывало начинают активно делиться, множиться.

Вторая опасность — космическое излучение. В космосе нет защитных слоев атмосферы, предохраняющих живые

существа от губительных лучей. А раз так, — значит, гибель?..

Но однажды один из американских биологов надумал взять пробу воды, окружающей атомный реактор. Капля радиоактивной жидкости со всеми предосторожностями была помещена под микроскоп — и что бы вы думали? В воде, подвергшейся облучению в сотни тысяч рентген, прекрасно устроились бактерии. Они живут, они размножаются! Казалось, они и не замечают страшного соседства.

Третья опасность — ультрафиолетовое излучение. Оно бесспорно губительно для любых бактерий. Но давно известно, что есть такие вещества, тонкий слой которых задерживает ультрафиолетовые лучи. Значит, если микроб проникнет внутрь такой пылинки, то станет неуязвимым и для ультрафиолетового излучения.

Остается последнее — разрежение. Как перенесут его живые организмы? Выдержат ли? Опытами доказано, что разрежение 10^{-10} миллиметров ртутного столба некоторые бактерии переносят хорошо. А выше? Ведь в космическом пространстве вакуум достигает 10^{-18} миллиметров ртутного столба. Это гораздо более глубокий вакуум по сравнению с тем, который сегодня достигается на Земле.

Получается, что не только физикам, но и экзобиологам необходимо более высокое разрежение: космос на Земле, в лаборатории.

Разумеется, можно вести опыты на искусственных спутниках, но это еще сложно. Укрепить контейнеры с микроорганизмами снаружи космических кораблей? Однако такая задача технически невероятно трудна. Проще создать подходящие условия на Земле.

Инженеры снабдили теперь экзобиологов такими установками, каждая из которых точно воспроизводит климатические условия одной из планет. Есть в институте искусственная Луна, есть Марс... Причем «климат» в камере и «погода» меняются примерно так же, как, допустим, в течение марсианских суток.

Недавно закончилась целая серия таких опытов, которые установили, что земные микробы в условиях сурового Марса не погибают.



От Земли к космосу

Мы посетили научные лаборатории, цехи фабрик и заводов, строительные участки и везде наблюдали, как работает разрежение — вакуум, какой это неутомимый помощник человека.

А теперь вернемся в кабину космонавта, которого в начале книги мы оставили летящим в космическом корабле.

Полет продолжается. Пилот покоем в своем кресле. Его взгляд прикован к стрелкам на циферблатах приборов, к светящимся индикаторным лампочкам.

Рука космонавта, толстая в своем оранжевом рукаве, лежит на ручке ручного управления полетом...

Попробуем провести опыт в кабине — открыть иллюминатор. Конечно, настоящему космонавту это и в голову никогда не придет, но ведь мы — экспериментаторы. Кстати, никто не забыл застегнуть гермошлемы?

Итак — отвинчиваем. Не успели снять последнюю гайку, как стекло, будто притянутое невидимой силой, выдавливается наружу. Слышится звук, словно вытащили пробку из закупоренной бутылки с лимонадом. И все. А вокруг вроде ничего и не изменилось. Только из динамика перестал доноситься голос руководителя полетом, и подопытные животные, которых захватили в полет, не дают признаков жизни. А в остальном... Впрочем, надо посмотреть повнимательнее. И вот — первое.

Открывая иллюминатор, мы раздавили несколько радиоламп. Да и не только радио. Зацепив гермошлемом, вдребезги разнесли стеклянный баллон электрической лампы, освещающей кабину. Как же мы не заметили этого? Не было ни хлопка, да и лампочка — тоненький вольфрамовый волосок — горит себе без стеклянного пузырька как ни в чем не бывало. Удивительно!

А приемник? Подключите свои шлемофоны. Внимание!

Приемник работает. Значит, разбитые лампы не вышли из строя. Удивительно! Ведь на Земле стоит чуть-чуть стукнуть по лампочке, как она приходит в негодность. Самая крошечная трещинка если не разрывает баллон лампочки, то обязательно выводит ее из строя.

Невольно вспоминается случай, когда в одну телевизионную лабораторию внесли ящик с тяжелым прибором и неосторожно задели полку с целой шеренгой телевизионных трубок. Они сыпались как горох, нет, как снаряды, потому что, падая, взрывались и хлопали так, что звенели стекла в окнах и осколки со свистом летали над головами.

Это наружный воздух с силой заполнял пустое пространство баллонов, создавая эффект взрыва. Но баллон необходим на Земле, чтобы не допустить воздуха к накаливаемой спирали лампочки. В пространстве же за пределами атмосферы воздуха нет, и электронные приборы даже без защитного баллона продолжают работать.

Нет воздуха — не распространяется и тепло от нагретого тела, не долетает звук.

Без воздуха нет жизни, потому что для дыхания, как и для горения, необходимо окисление органических продуктов кислородом. Вот почему погасло пламя, охватившее было ракету, когда она пролетала сквозь плотные слои атмосферы.

На Земле мы наблюдали искусственное безвоздушное пространство, и оно выполняло много полезных дел. Ты уже знаешь, что, не будь вакуума, вряд ли была бы возможна вся современная физическая наука. Пришлось бы закрыть лаборатории и вычислительные центры с электронными счетными машинами. Погасло бы электрическое освещение и замолчали все радиостанции мира, потемнели бы экраны телевизоров.

Не научись люди откачивать воздух, не могла бы развиваться и полупроводниковая техника. Ученые не разгадали бы строения атома. Строители не умели бы вести скоростное сверхпрочное строительство, а кондитеры — варить витаминные конфеты.

Без вакуума не заработал бы ни один двигатель внутреннего сгорания и вместо автомобилей люди по старинке ездили бы на ишаках, лошадях и верблюдах. Наконец, на Земле не состоялся бы ни один футбольный матч, фонтаны никогда не послали бы в небо ни одной струи и пожарные команды, как и в старину, заливали бы пламя ведрами воды.

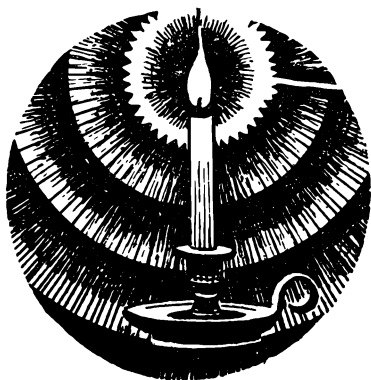
Трудно перечислить все беды, которые произошли бы, не научись люди создавать вакуум на Земле. Теперь же свойства этого вакуума изучены и освоены.

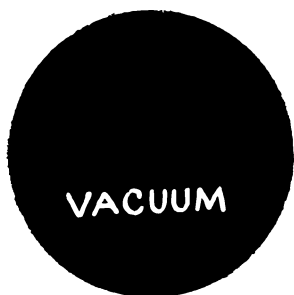
Но в космосе человек встречается с таким глубоким вакуумом, какого на Земле современная наука не может еще осуществить.

И теперь человеку предстоит изучать космос в нем самом. Больше того, предстоит «обжить» космос. Научиться вне Земли строить, варить металл, монтировать металлические конструкции. И все это в условиях невероятного разрежения, жесткого космического излучения и метеоритной опасности. Словом, всех тех «удовольствий», которые может предложить на выбор космическое пространство.

Часть третья,

В КОТОРОЙ ЧИТАТЕЛЬ ВСТРЕЧАЕТСЯ
С НОВЫМ ПОНЯТИЕМ ПУСТОТЫ — ВАКУУМА,
ЯВЛЯЕТСЯ УЧАСТНИКОМ ВЕЛИКОГО СПОРА
И В КОНЦЕ КОНЦОВ СТРОИТ МИР
ПО НОВОМУ ОБРАЗЦУ





Вакуум без пустоты

Вспомним: при низком разрежении, или — попросту — в «разреженном газе» длина свободно-

го пробега одной молекулы гораздо меньше размеров самого откачиваемого сосуда. В нем все еще невообразимая теснота.

Тысячи раз успеет молекула столкнуться со своими товарками, прежде чем от одной стенки сосуда доберется до другой.

Свойства «разреженного газа» мало чем отличаются от обычного. Разреженному газу так же присуще внутреннее трение. Он так же проводит звуковые волны и передает тепло от молекулы к молекуле, так же проводит электричество. В состоянии низкого разрежения физики принимают газ за одно целое. Да и кому придет в голову, сидя на берегу океана, размышлять о том, что вода состоит из мельчайших капелек.

Мы научились частично откачивать воздух из различных сосудов и получать в них разрежение.

Мы заставили разрежение работать.

Построили сложные насосы и повысили степень разрежения, назвав его для удобства вакуумом.

Наши самолеты и космические летательные аппараты совершают свои полеты в разреженных слоях атмосферы, а то и летят на другие планеты, преодолевая тысячи тысяч километров безвоздушного, безопорного космического пространства.

Но ведь любое безвоздушное, пусть даже космическое, пространство — вакуум.

Попробуем раздробить молекулу газа, входящего в состав воздуха, на атомы. Что же находится между ядром и электронами? Ничего? Но ничего — это вакуум...

Наконец, можно создать с помощью частиц — зарядов —

поле, снизить его энергетическое состояние до нуля. Что останется?

Ничего — вакуум!

Вакуум, вакуум, вакуум. Все называется одним словом и все-таки разное.

Ну, с разрежением в замкнутом объеме дело обстоит еще туда-сюда... будем считать — просто, пока вакуум не стал сверхвысоким.

А дальше?

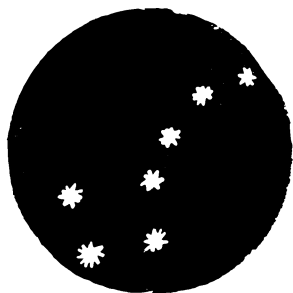
Вы, наверное, бывали на берегу моря или озера. Вспомните, как шумят волны, накатываясь на пологий берег. Как блестят камешки в прозрачных струях...

Вытащим один из камешков со дна. Его лунка тотчас заполнится водой. Осушим участок дна. На смену воде придет воздух. Прикроем лунку непроницаемым стеклянным куполом и откачаем воздух насосом. Там останется разрежение. Еще откачаем — средний вакуум. Еще — высокий, сверхвысокий, наивысший и еще более высокий... Допустим, что нам удалось удалить все до единой молекулы из-под купола. Что же там осталось — пустота?

Но магнитная стрелка компаса в этой «пустоте» по-прежнему показывает на север. Значит, есть там магнитное поле. А песчинка, оторвавшаяся от потолка купола, падает, как и раньше, вниз. Значит, в «пустом» объеме осталось и поле притяжения Земли. Купол заполнен лучами Солнца. Разве свет — ничто? Да существует ли в принципе полная и абсолютная пустота? Может ли существовать пространство без вещества, без материи? Вон куда мы с вами забрались. Ну что же, попробуем ответить: без вещества — да, может, а без материи — нет. Пространство и время сами не что иное, как всеобщие формы существования материи. Пространство без материи — это как улыбка кота из Алисиной страны чудес. Помните: кот сидел на заборе и улыбался. Потом кот исчез, а улыбка его осталась... Нет, не бывает так. А как же быть с пустотой?..

Выходит, в вакууме пустоты нет? Следовательно, не бывает и абсолютно пустого пространства. Парадоксальный, не правда ли, вывод?

Что же, в истории науки есть такие вопросы, точка зрения по которым менялась великое множество раз. Один из них — пустота.



Начало великого спора

Представьте себе темную ночь. Над головой звездное небо, перед нами неяркий костерок. Вы смотрите сквозь пламя, видите мерцание далеких светил. В потрескивании сучьев слышатся отголоски грандиозных катастроф, происходящих где-то бесконечно далеко... Наверное, вот так, ночью, у костра, человек впервые задумался над тем, как устроен мир. Мир огромный, бесконечно разнообразный и непостижимый...

С тех пор как люди научились думать, научились постигать новое, они прежде всего пытались сравнивать новое с тем, что хорошо знакомо. Мы ведь с вами поступаем так частенько и сейчас, сравнивая белоголовые одуванчики с уличными фонарями, а жаркую летнюю погоду перед грозой — с баней.

Когда Демокрит смотрел на работу каменщиков, он видел, как огромные глыбы тают под ловкими руками, рассыпаясь на тысячи осколков; тогда ему и пришла в голову мысль об атомном строении окружающего мира: «Мир из атомов и пустоты».

Не исключено, что, возражая Демокриту, Аристотель строил модель мира, исходя из своих представлений об окружающей природе, все уголки которой заполнены элементами: огнем, воздухом, землей и эфиром. Помните: «Земля помещается в воде, вода в воздухе, воздух — в эфире. Эфир — в небе. А небо уже ни в чем другом». «Природа не терпит пустоты», — категорически заявлял Аристотель.

Так родились две исключаяющие друг друга точки зрения: пусто окружающее Землю пространство или заполнено?

Что подразумевал Аристотель, говоря об эфире? Мир, окружающий нас, — зримый, слышимый, осязаемый, — по мнению древних философов, состоял из четырех элементов: воды, воздуха, земли и огня. Не удивляйтесь, ведь в те годы

периодическая таблица Менделеева еще не была открыта. Не знали молекул, не знали атомов, частиц... Предполагали, придумывали, но точных знаний не было ни у кого. Поэтому и родились четыре элемента. С ними был знаком каждый. А эфир?.. Эфир — пятый элемент. Особый, таинственный, никем не виденный. Главное свойство эфира — проникать во все щели, заполнять всё и вся. «Из эфира твердое небо, — говорил Аристотель, — из эфира звезды. В эфире — воздух. В эфире весь мир». Люди привыкли к тому, что всюду их окружает какая-нибудь среда: воздух или вода, земля или, наконец, предметы. Сколько лет над нашей головой висят звезды и Солнце, Луна и планеты. Висят и никогда не падают. А почему? Какие силы их поддерживают?

Если мир заполнен эфиром, — все понятно. Эфир держит. А если вселенная пуста?..

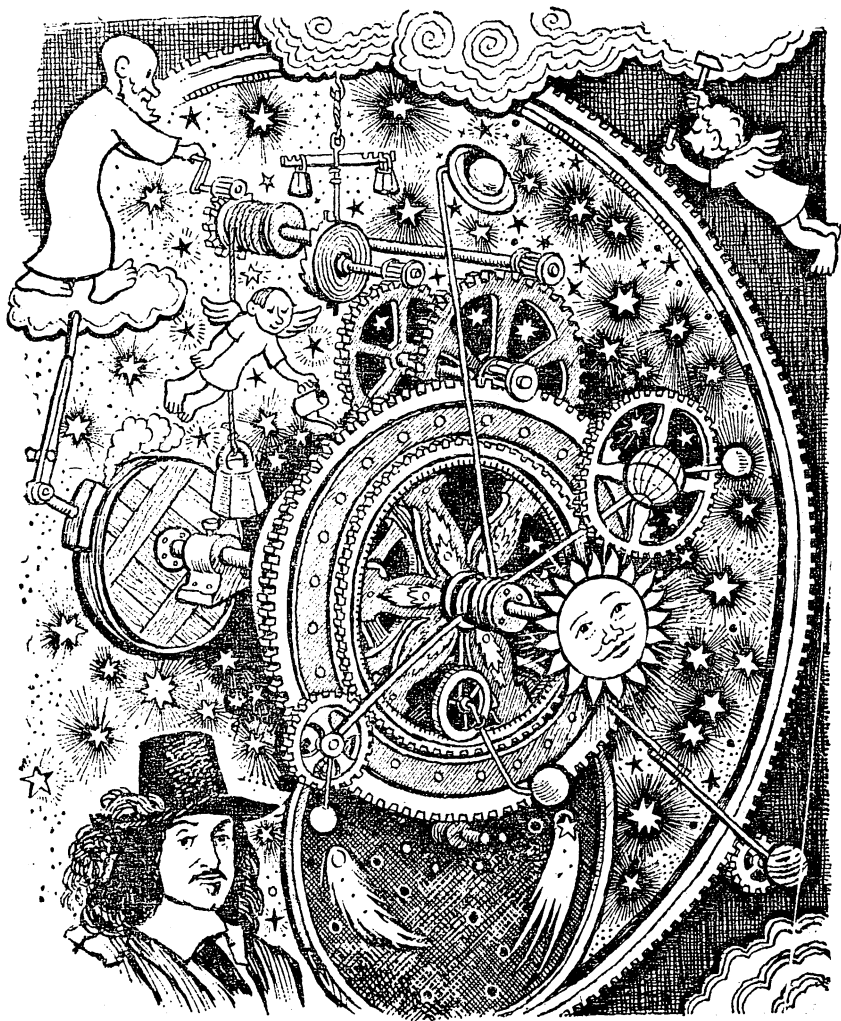
Вот при обсуждении причин всемирного тяготения и вспыхнули вновь споры о том, заполнена вселенная или она пустая. Случилось это примерно тогда, когда на голову великому ученому упало яблоко. Можно смело утверждать, что и триста и четыреста лет назад яблоки с дерева падали точно так же вниз, как они это делают и сейчас. Но если в 1975 году даже ученик-первоклассник смотрит на это явление без всякого интереса, то во времена Декарта — Ньютона оно приковало к себе внимание выдающихся умов.

В трудных вопросах Декарт никогда не ссыался (и это было проявлением неслыханного свободомыслия) на авторитеты античных философов, а стремился найти простые и наглядные объяснения. Это выгодно отличало учение Декарта от невразумительной болтовни философов-богословов.

Механика Галилея восхищала Декарта стройностью и неоспоримостью своих доказательств. И, разрабатывая собственную картину мира, Декарт придал ей все черты огромной, слаженно действующей машины.

«Раньше, в самом начале, — рассуждал философ, — мир представлял собой бесформенную материю — первоматерию, эфир, лишенную каких бы то ни было качеств, кроме протяженности». В своем построении Декарт заимствует у Аристотеля все тот же никому неизвестный эфир.

Так, согласно Декарту, могло продолжаться сколь угодно долго. Но наступил «акт творения». За дело принялся бог.



По мнению Декарта, мир представлял собой отлично отрегулированный механизм... Впрочем, кто-то должен был приводить его в движение...

Правда, философ отвел ему скромную роль. Бог у Декарта дал только первый толчок материи — еще бесформенной массе. Он только привел ее в движение, и первоматерия — эфир — закружилась, завертелась бесчисленными вихрями, уплотняя отдельные частицы, наращивая их, соединяя с другими.

Один огромный вихрь образовал Солнечную систему, в центре которой — наше светило. Вихри поменьше создали планеты. И совсем «маленькие» — луны и спутники.

Картина получилась наглядной и убедительной. Куда нагляднее божественного творения Земли из ничего. Кто не наблюдал вихри и круговороты в столбах дыма, на поверхности рек. Кто не видел, как отбрасывают такие круговороты частицы, сортируют их, уплотняют...

Декарт учил, что примерно тот же механизм действовал и при рождении Земли и при движении и взаимодействии небесных тел. Двигаясь по орбитам, звезды и планеты оказывали давление на эфир. Давление это передавалось по эфиру от одного тела к другому, и таким образом небесные тела испытывали влияние друг друга...

Тоже как будто понятно. Ведь каждый человек привык, что действия передаются на расстояние обязательно в какой-нибудь материальной среде. И она, эта среда, помогает совершить действие. Например, сбить яблоко с ветки дерева можно, ударив по нему палкой. Палка помогает преодолеть расстояние от руки до ветки.

Если в воду упал мяч и его не достать, мы подгребаем воду к берегу, и мяч сам плывет в руки. Это вода передает наше действие мячу. Чтобы сбросить со стола листок бумаги на пол, достаточно дунуть посильнее. В этом примере среда, передающая действие, — воздух. В мировом масштабе такой средой был эфир.

С помощью эфира Декарт пытался объяснить даже притяжение. Если тела давят на эфир, передавая свое воздействие от планеты к планете, то и эфир создает обратное воздействие на небесные тела. Это обратное действие философ считал тяготением. Что ж, здравый смысл и повседневный опыт подсказывали, что любая среда оказывает всякому действию противодействие. Великий Галилей первым выразил это наблюдение в виде закона.

В картине мира, нарисованной Декартом, места для пустоты не оставалось. Мир был заполнен эфиром.



Спор разгорается

Свою теорию вихрей Декарт называл простой гипотезой. К этому было немало оснований. История знает Декарта как одного из гениальнейших математиков своего столетия. Но тщетно в его книге искать математических расчетов, подтверждающих вихревую гипотезу. От первой и до последней страницы — ни одного точного измерения. Зато она пестрит бесчисленным множеством вспомогательных гипотез там, где ее творцу явно не хватало исходных данных. Неудивительно, что учение Декарта подвергалось все более и более жестокой критике. Особенно строго к его идеям отнеслись астрономы — требовали точных вычислений, проверенных данных. И как ни были популярны гипотезы Декарта, их пришлось пересмотреть. Сделал это Ньютон.

В истории науки Исаак Ньютон являет собой пример настоящего ученого. Тщательность и законченность исследований, никакой поспешности в выводах и в опубликовании результатов — эти качества не лишне пожелать любому, кто посвятил себя науке.

Вопросами тяготения Ньютон занимался почти всю жизнь. По его собственным словам, в двадцать три года уже сложились в его голове идеи тяготения, но он молчал целых семнадцать лет, считая, что его взгляды еще недостаточно выверены. Когда же наконец ученый опубликовал свой труд, то предложил единую и простую формулу для расчета. Это произвело впечатление настоящего взрыва.

Ведь закон тяготения Ньютона дал ответ на все основные вопросы, связанные с движением небесных тел.

Мало того, вычисленная по Ньютоновой формуле сила тяжести точно совпала с опытом.

И все же теория Ньютона нашла всеобщее признание далеко не сразу. Слишком много оставалось приверженцев старой, декартовской, теории, хотя ее творец уже давно покоем.

ся в могиле. Вот как остроумно характеризует эту эпоху в науке писатель и драматург, политический деятель, увлекавшийся в молодости физикой, — Мари Франсуа Вольтер:

«Если француз приедет в Лондон, он найдет здесь большое различие в философии, а также во многих других вопросах.

В Париже он оставил мир полным вещества, здесь он находит его пустым. В Париже вселенная наполнена эфирными вихрями, тогда как тут, в том же пространстве, действуют невидимые силы. У картезианцев все достигается давлением, что, по правде говоря, не вполне ясно, у ньютоновцев все достигается притяжением, что, однако, не намного яснее».

Ньютон был убежден, что тяжесть — это свойство самой материи, а вовсе не давление на эфир. Свойство, зависящее только от самой материи, а не от среды, заполняющей пространство. Да и закон всемирного тяготения допускал передачу действия сил на расстояние независимо от какой бы то ни было среды...

Силы тяготения просто перескакивают от одного тела к другому, нимало не заботясь о пространстве и расстоянии.

Так постепенно из работ сэра Исаака Ньютона трудами его последователей стала выкристаллизовываться новая картина мира, и в нее основной составляющей входила Великая Пустота.

Мир в воззрениях Ньютона помещался в пространстве, как в огромном черном сундуке, совершенно пустом и неподвижном. Пространство имело три измерения: длину, высоту и ширину — и существовало независимо от того, заполняла его материя или нет.

Эта точка зрения наглядна и понятна. Она не противоречит нашим привычным представлениям. Ведь существует же пространство внутри сосуда, независимо от того, налита в него жидкость или же из него откачан даже воздух...

Так же, независимо ни от чего, по мнению Ньютона, существовали и частички неподвижной материи. Неподвижной до того момента, пока бог не дал первый толчок движению вселенной.

Как видите, в вопросе о боге сэр Исаак Ньютон не расходился со своим предшественником Декартом.

Ньютонова точка зрения породила совсем новую картину мира, нежели гипотезы Декарта. Но оба придерживались одного и того же метода познания. Им обоим свойственно сначала

ла «сомнение», а затем «разложение каждого вопроса на ряд простейших и рассмотрение каждого по отдельности».

Люди еще слишком мало знали, мало накопили точных сведений о природе. И их стремление исследовать каждое явление отдельно, отрывая его от других, можно уподобить процессу учебы — накоплению знаний и складыванию их про запас. Такое «раздельное» изучение вполне понятно, но оно приносило великое множество неразрешимых в те годы трудностей. Рассматривая каждый вопрос в отдельности, не впасть в ошибку было нелегко, а то и просто невозможно.



Поединок авторитетов

В XVII веке начала усиленно развиваться оптика. К этому было достаточно причин. Во-первых,

мореплаватели, уходя в открытый океан, нуждались в надежных подзорных трубах. Во-вторых, астрономы, недовольные расплывчатым изображением звезд в телескопах, все свободное время отдавали шлифовке стекол. Шлифовка линз и изготовление всевозможных оптических приборов стали так же модны, как еще недавно — опыты с воздушным насосом.

Людей, интересующихся оптикой, естественно, занимал вопрос: «Что же такое свет?» Но как подступиться к его исследованию? Свет ведь не измеришь, не взвесишь...

Не забывайте, в те времена в лабораториях еще не стояли рядами точные приборы. Хочешь произвести опыт, — не только придумай его, но и изобрети прибор, построй своими руками, потому что лучше тебя его не сделает никто.

В 1678 году на заседании Парижской Академии наук известный голландский физик, влиятельный вельможа Христиан Гюйгенс ван Цюйлихем сделал сообщение о свете. Гюйгенс — почитатель гения Декарта — в своей работе продолжает мыс-

ли учителя. Когда-то Декарт писал: «Свет — это передача давления по эфиру». Помните: «У картезианцев все достигается давлением...» Это утверждение воспринял и почтенный мэтр. Он не просто повторил его, но и развил на свой лад.

По мнению Гюйгенса, свет — это волны эфира. Незримая эфирная среда периодически колеблется. Распространение света мэтр Гюйгенс представлял себе примерно так, как изображено на стр. 179. Толстые линии — фронты волн, а линии потоньше, прямые — лучи, показывающие направление распространения света.



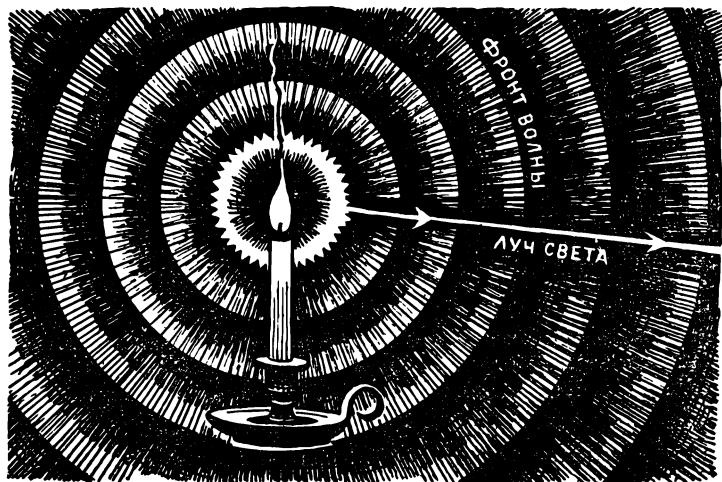
Может быть, занятия именно этого джентльмена убедили почтенного мэтра Гюйгенса, что свет распространяется волнами.

Ученый не спеша ведет свой рассказ. Собравшиеся в здании королевской библиотеки (здесь проходят пока заседания недавно организованной академии) внимательно слушают. Еще бы, мэтр в летах, авторитет его велик, мысли интересны. В молодости он немало поработал в области акустики, изучая звук. Может быть, поэтому распространение света в эфире носит у него характер движения звука в воздухе?.. Что ж, волны так волны. Если признать теорию Гюйгенса, необходимо предположить, что вселенная заполнена эфиром. Иначе в чем же распространяться волнам? Волн без среды не бывает. Можно ли представить себе океан, волнующийся и штормящий... без воды?

Ученые охотно приняли бы теорию Гюйгенса. Приняли бы и эфир, тем более, что и Декарт настаивал на его существовании. Приняли бы все, если бы...

....

Идеями почтенного Гюйгенса заинтересовался Ньютон, а его авторитет отнюдь не уступал авторитету французского академика. Ньютон внимательно изучил предложенную теорию и отбросил в сторону.



Таким образом представлял себе распространение света Гюйгенс.

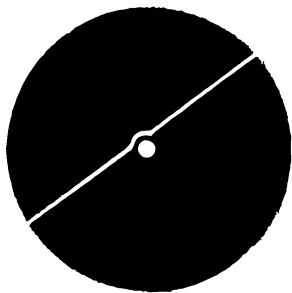
Что такое эфир? Обнаружить эфир опытным путем невозможно. А то, что не подтверждалось опытом, он не мог принять. Поэтому сэр Исаак до конца жизни питал недоверие к теории эфира. «Я не знаю, что такое эфир!» — говорил он на склоне лет.

По мнению Ньютона, свет веществен. Из светящегося тела вылетают потоки микроскопических телец, они создают в сетчатке глаза ощущение света. Частицам не нужен эфир. Зато с их помощью не трудно объяснить и прямолинейность распространения света, и его преломление, и отражение.

Авторитет английского ученого непререкаем; его рассуждения, подкрепленные опытами, доказательны. Этого вполне достаточно, чтобы число приверженцев нового взгляда росло и чтобы корпускулярная теория победила волновую. А раз победа за корпускулярной теорией, — значит, в картине мира снова воцаряется Великая Пустота.

Когда факты

не согласуются с теорией

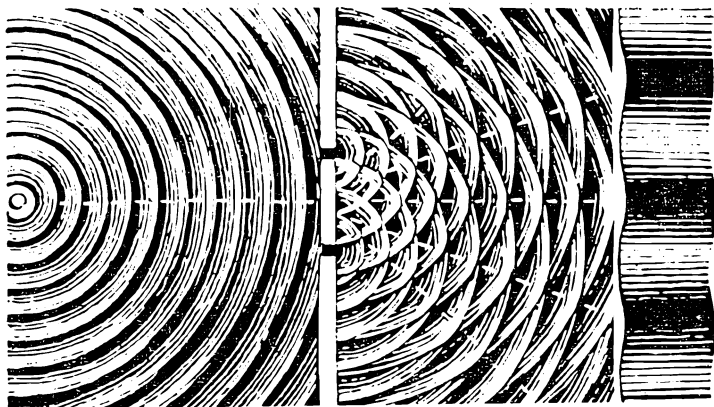


В 1727 году, на девятом десятке своей жизни, Ньютон скончался. Его многочисленные сторонники, среди них немало выдающихся ученых, продолжали развивать взгляды учителя. С помощью строгих математических выводов им удалось объяснить почти все свойства света как потока частиц — корпускул.

В огромном большинстве случаев корпускулярная теория торжествовала.

И все-таки... Проходят годы, десятилетия. Эфир все еще тревожит умы, есть и у него приверженцы.

Среди противников Ньютоновой теории, например, русский академик Михайло Ломоносов. Его голос, молодой, задорный, доносится из России. «Положите песчинку на солн-



Примерно такую картину наблюдал Томас Юнг, проделывая целую серию опытов со светом.

це, — предлагает он. — В черную песчинку, не отражаясь, потекут, согласно Ньютоновой теории, бесчисленные корпускулы света. Теперь быстро перенесите песчинку в темноту. Увы, никто не увидит, чтобы она начала светиться. Но куда же тогда девались световые частицы?..»

Только тщательное исследование, изучение и объяснение всех свойств света могло бы разрешить этот спор.

Оставались «пустяки», немногие проявления, которые никак не согласовывались с обязательными законами. Например, если свет — поток летящих корпускул, то он должен распространяться строго по прямым линиям, недаром существует поговорка: «прямой, как луч». Натыкаясь на непрозрачное тело, такие лучи должны давать резкую тень с четко обрисованными границами. А между тем ученые уже давно заметили, что края у теней бывают размытыми. Лучи света как бы огибают препятствие — а если оно достаточно мало, то могут обогнуть так, что и совсем не дадут тени. Это явление называли дифракцией, и оно никак не вязалось с законами, обязательными для корпускулярной теории. Были в ней и другие шероховатости. Однако до поры до времени на них приходилось закрывать глаза.

Сенсационной неожиданностью прозвучало сочинение, напечатанное в 1800 году. Автор статьи двадцативосьмилетний

физик, врач и астроном Томас Юнг бросал вызов корпускулярной теории.

Юнг? Кто такой Юнг? Всполошилась научная «общественность» Европы. Сведения стекаются отовсюду. Досье растет, пухнет...

Родился в 1773 году. В восемь лет Тома познакомили с геодезией и математикой. Понравилось. С девятилетнего возраста он изучает латинский, греческий, арабский и еврейский языки, а также новые языки и ботанику.

Впрочем, это не одно его увлечение. По свидетельству современников, Томас Юнг прекрасный наездник, а в свободное время изучает живопись. И это мальчик, юноша. Нет, Юнг не терял времени даром. Он не стоял в подворотне дома, бесцельно глядя на улицу. Не сидел темными вечерами в сквере, тренькая на гитаре. Между делом выучился он игре сначала на скрипке, а потом и на всех остальных музыкальных инструментах своего времени. И когда науки надоедали, давал концерты, собиравшие в дом немало ценителей. Заинтересовавшись физиологией зрения, он придумал целую серию интереснейших опытов по оптике. Недовольный их результатами, высказал сомнения в корпускулярной теории света. И это на родине-то Ньютона, в дни, когда посмертная слава сэра Ньютона чуть-чуть ниже славы создателя!

Профессора университета критикуют взгляды своего студента. И Юнг на некоторое время умолкает. Впрочем, может быть, причиной этому было совсем другое. Выучившись на пари вольтижировке и ходьбе по канату, молодой человек выступает в цирке Франкони, оправдывая выбранный девиз, что нет невозможного для человека, если это вообще в человеческих силах.

В 1793 году, за два года до защиты диссертации, двадцатилетний парень публикует великолепную работу, посвященную физиологии зрения. Снова и снова возвращается он к волновой теории. И семь лет спустя выходит его трактат «Опыты и проблемы по звуку и свету». А еще через год он выступает в Лондонском королевском обществе с докладом, в котором объясняет и ньютоновы кольца, и явление наложения двух лучей света, названное им интерференцией.

Юнг обнаружил, что два луча света, падая в одну точку, не только не усиливают друг друга, но порой даже ослабля-

ют. Молодой ученый разобрал это явление, пользуясь волновой теорией, и громогласно заявил, что теория Ньютона неверна.

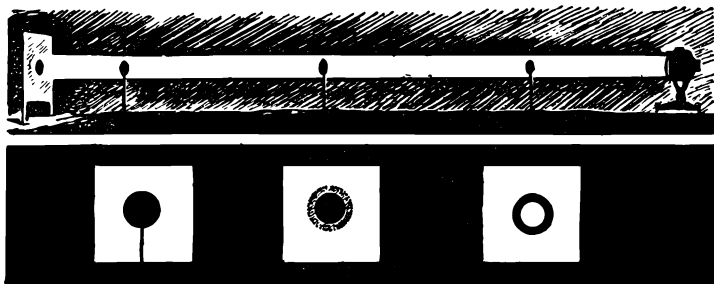
Вокруг заявления Юнга поднялся невообразимый шум. Кто обвинял Юнга, кто оскорблял его, подозревая в невежестве. Резкие отзывы, критические статьи заставили было даже самого автора усомниться в правоте своей гипотезы. Он пытается утешиться тем, что приступает к расшифровке египетских иероглифов. И все, что он ни делает, делает с блеском, хотя и не всегда сразу получает признание своих коллег. И все же неожиданно у него появился союзник.

Это случилось через шестнадцать лет после появления работы Юнга.

Французская Академия наук объявила премию за лучшее объяснение явления дифракции. Почтенные академики и не сомневались, что в результате конкурса они получат работу, которая объяснит непонятное поведение световых частиц.

В 1818 году срок конкурса истек. А потока рукописей нет. Лишь один-единственный раз позвонил почтальон у дверей академии и передал консьержу небольшой пакет. В понятном нетерпении члены жюри разорвали обертку... Увы, содержимое пакета вызвало лишь гнев и возмущение почтенных академиков, горячих приверженцев взглядов Ньютона.

В пакете — рукопись. А на ее страницах неизвестный автор объясняет явление дифракции, исходя из волновой, а не



При положении мишени в луче прожектора дают разные тени. Тень, ближайшая к источнику света, — со светлым пятном внутри.

из желанной корпускулярной теории. Кто он, дерзнувший вновь восстать против авторитета великого Ньютона? На конверте подпись: «Огюст Френель, инженер». Ученые мужи пожимают плечами. Это имя ничего им не говорит.

Надо полагать, в объяснениях допущена какая-то ошибка. Но в науке любая обоснованная точка зрения имеет право на проверку. Рукопись молодого инженера передают известному математику, механику и физику-теоретику Пуассону.

С пристрастием вникает маститый ученый в выводы Френеля. Так и есть! В выводах обнаруживается вопиющая нелепость. Если верить Френелю, то стоит в потоке света поместить небольшую круглую мишень, как при некоторых условиях лучи света обогнут ее и в центре мишени — дыра.

Пуассон спешит поделиться своим возмущением с коллегами.

Каково же разочарование Пуассона, когда несколькими днями позже его коллега по академии, астроном и физик Араго, на опыте доказывает правоту молодого инженера. Вот она, маленькая круглая мишень в потоке света. И что же? Неизвестный Френель оказался прав. В центре тени сияет светлое пятно.

Какие бы взгляды ни исповедовал каждый настоящий ученый, самое главное для него — истина. Даже если она противоречит общепринятым воззрениям. Члены Парижской Академии преданы истине, и они присуждают Френелю заслуженную премию. Араго вместе с математиком Лапласом добиваются перевода молодого инженера из провинции в Париж. Для Огюста Френеля начинается пора его исследований света. Тех исследований, которые сначала расшатали здание корпускулярной теории, а потом и развалили его, соорудив на развалинах теорию волновой оптики, во многом справедливую и до наших дней.

С победой волновой теории вселенная снова заполняется. Для волн нужна среда. Такой средой, по общему мнению (и по мнению Френеля), мог быть только эфир. Великая Пустота изгоняется, и ее место занимает все та же таинственная субстанция, неосязаемая, неуловимая, одним словом — эфир!



Простой опыт

рождает новую картину мира

Великая Пустота заполнилась, но по-прежнему законы говорят о силах, действующих на расстоянии.

Говорят о том, что тела и пространство, разделяющее их, никак между собой не связаны.

В этой обстановке в науку приходит человек, имени которого суждено прогреметь на всех континентах. Это Майкл Фарадей — сын кузнеца и ученик переплетчика. Его судьба во многом схожа с судьбой его русского тезки — Михаила Ломоносова. И Фарадею пришлось пробивать себе дорогу в науку, и терпеть насмешки, и завоевывать признание. А потом заставить завистников умолкнуть и преклониться перед его гением.

Здесь, пожалуй, надо отметить, что развитие науки об электричестве повторяло примерно те же этапы, что и развитие оптики. Так, в самом начале регулярного изучения электрических и магнитных явлений исследователи были убеждены, что создаются они некими частицами — корпускулами. Ранние идеи об электрическом флюиде, об электрической и магнитной жидкостях, действующих, разумеется, лишь при непосредственном контакте, уступили место представлению об электрических зарядах и магнитных массах, мгновенно действующих на расстоянии.

С приходом Фарадея положение снова изменилось.

1846 год. Фарадей пропускает свет лампы через оптическое устройство, призма которого гасит светлое пятнышко. Но едва к нему подносят магнит, как пятнышко снова появляется.

Красноречивее всяких слов опыт говорит: магнит влияет на свет!

Фарадей выступает с сообщением о действии магнита на световой поток. Вывод напрашивался сам собой: между силами магнита и световыми волнами есть общее.

Этим сообщением Фарадея закладывается первый камень фундамента новой электромагнитной теории света, теории, которую впоследствии разовьет горячий сторонник гения Фарадея — Джемс Клерк Максвелл.

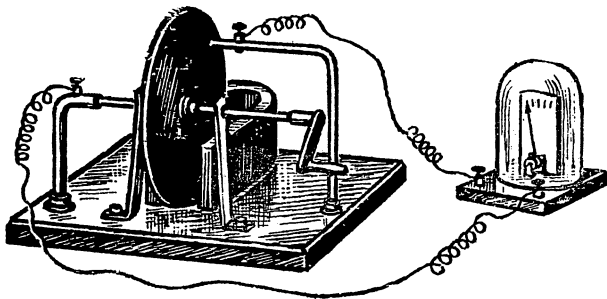
Открытия и работы Фарадея снискали ему мировую славу и уже при жизни ставили его на первое место среди физиков того времени. Замечательный русский ученый А. Г. Столетов писал о Фарадее: «Никогда со времен Галилея мир не видел столько поразительных и разнообразных открытий, вышедших из одной головы, и едва ли скоро увидит другого Фарадея...»

Он же, Фарадей, первым пришел к мысли о существовании поля в эфире. Понятного и конкретного поля сил.

Начало этому положили совсем простые опыты. Фарадей электризовал различные тела и с удивлением замечал, что свойства их от электризации не меняются. Ничто не добавляется, ничто не исчезает.

Фарадей соединяет провод с чувствительным прибором — гальванометром — и начинает возле провода водить магнитом. Взад-вперед, взад-вперед... Магнит не касается проводника, но стрелка гальванометра каждый раз почему-то вздрагивает

Значит, пространство вокруг магнита как-то и чем-то действует на провод, вызывая в нем ток. Именно пространство, а не само тело магнита. Фарадей после упорных размышлений приходит к мысли, что вокруг магнита существует поле магнитных сил.



Когда Фарадей вращал медный диск, прибор показывал ток. Это заставляло задумываться.

А раз оно вызывает в проводнике электрический ток, значит, магнитное и электрическое поля — родственники. Не чужой им, по-видимому, и свет... Впрочем, пока это все догадки. Пройдет немало времени, прежде чем эта очевидная ныне истина будет доказана. А пока в сознании Фарадея коренным образом меняются представления об электрической и магнитной природе мира.

Выдающийся немецкий физик Генрих Герц так писал об открытиях Фарадея:

«...Фарадею говорили, что при электризации тела в него что-то вносят. Но он видел, что возникающие изменения обнаруживаются лишь вне тела, а отнюдь не внутри.

Фарадея учили, что силы просто перескакивают через пространство. Но он видел, какое большое влияние оказывает на эти силы то вещество, которым заполнено это якобы перепрыгиваемое пространство».

Максвелл был убежден в правоте Фарадея и без устали изучал его труды. Он и «перевел» работы Фарадея на общепринятый язык, облек его идеи в «одежду принятых математических выражений и формул».

Что же представлял собой эфир в фарадеевской теории? Максвелл считал его обычным изолятором, точно так же отличавшимся от любого другого изолятора, например, стекла, как стекло по своим электрическим свойствам отличалось от кварца, от воды и им подобных.

Своими уравнениями Максвелл доказал, что есть тесная связь между электрическими и магнитными силами. Представим себе, что в какой-то области пространства возникло переменное электрическое поле. По воззрениям Максвелла, оно тут же должно вызвать также переменное магнитное поле, а это, в свою очередь, вызовет новое — электрическое...

И тогда от этой области пространства во все стороны полетят колебания электрических и магнитных полей — полетят электромагнитные волны.

Что же такое электромагнитная волна? Давайте для разбега, чтобы взять этот барьер, отойдем немного назад. Что такое волна вообще? Возмущение пространства, среды. Может быть, воды, может быть, воздуха, а может быть — электрического поля. В воде идут волны: горб — впадина, горб — впадина. Расстояние между двумя соседними горбами (или впадинами) — длина волны. В воздухе звуковые волны:

уплотнение воздуха — разрежение, и снова — уплотнение — разрежение. Расстояние между двумя соседними уплотнениями (или разрежениями) — длина волны. И водяные волны, и воздушные, и звуковые — заставляют механически колебаться среду.

А электромагнитная волна? Прежде всего распространяется она в электромагнитном поле. Человеку не дана природой способность чувствовать электромагнитное поле. Поле тяготения, пожалуйста, чувствуем: увеличивается или уменьшается тяжесть. А вот электромагнитное можем обнаружить только приборами. Прибор покажет: если поле не меняется, значит, никаких волн нет. А пошли чередоваться увеличе-



Сложное явление — поляризация света. Может быть, этот опыт поможет понять его суть читателям.

ния напряженности за уменьшениями — значит, мы находимся на пути электромагнитной волны. И при этом никаких механических колебаний, только периодические изменения напряженностей электрического и магнитного поля.

Максвелл вычислил теоретически скорость этих волн. Каково же было его торжество, когда эта скорость в точности совпала со скоростью света, найденной из опыта. Теория Максвелла получила мощное подкрепление, а ее творец окончательно убедился в электромагнитной природе света.

Физики отнеслись настороженно к новой теории.

Фарадей считал, что электричество существует наверное, но что о его силах спорят. И он видел, однако, насколько осязательно выступают в своих действиях эти силы, в то время как самого электричества он никак не мог обнаружить.

И тогда все обернулось в его представлении. Электрические и магнитные силы стали для него существующими, действительно осязаемыми, а электричество и магнетизм сделались вещами, о существовании которых можно спорить. В теории Фарадея главную роль играли уже не электрические заряды и не магнитные массы, действующие на расстоянии, а электрические и магнитные силовые поля, действующие в эфире.

Так в науке родилось понятие о поле сил.

Однако ученые весьма холодно отнеслись к новым взглядам, высказанным Фарадеем. «Самоучка, дошедший до вершин современной ему премудрости», — отзывались о нем ученые. Насмешки, язвительные замечания так и сыпались по его адресу. Фарадей-де не получил систематического образования, он слабо знаком с математикой. И излагает свои идеи весьма «ненаучным языком», пользуясь своей, придуманной им самим, терминологией. Коллеги только посмеивались над фарадеевскими терминами вроде «электротонического состояния» или над выражением «ток есть ось силы...»

А сам Фарадей? Он-то не страдал сомнениями. Он жил только своей лабораторией, среди своих приборов, своими открытиями. Он — король эксперимента. Его опыты продуманы, точны, тщательно выполнены. Пожалуй, в искусстве эксперимента у него нет соперника. Всю свою жизнь он только ставил новые и новые опыты. Ведь легче заставить говорить природу, утверждал Фарадей, нежели ее разгадывать.

Научная теория, по мнению Фарадея, не абсолютная истина. И ни одна теория не может считаться вечной. Придет время — и старые взгляды уступят место новым, более соответствующим своему уровню знаний.

Фарадей не заблуждается — в его образовании есть пробелы, особенно в математике. Правда, он всегда старался восполнить недостатки знаний.

Находясь в зените славы, шестидесятилетний Фарадей обратился к молодому профессору Максвеллу, просил — нельзя ли в общедоступной форме не менее ясно, не менее конкретно и полно пересказать те выводы, которые выражены математическими формулами. «Математики могли бы сослужить нам хорошую службу, — писал Фарадей, — представляя свои результаты не только в удобной форме, но и в более популярном виде».

И все же признание пришло. Пришло, когда немецкий физик Генрих Герц опытным путем доказал, что существуют электромагнитные волны, когда русский ученый Александр Попов применил эти волны для передачи сигналов на расстояние и построил первый в мире радиотелеграф.

Победив, теория Максвелла принесла с собой и новые изменения в картине мира. Мир стал электрическим.

Во все стороны простирались электрические и магнитные поля. И даже свет, который еще так недавно представлял собой волны светоносного эфира, залившего весь мир, теперь превратился в колебания тех же полей. А механические волны светоносного эфира уступили место электромагнитным волнам эфира электрического. Чем же отличался новый эфир от старого? Главное заключалось в том, что при движении световых волн частицы эфира не сдвигались друг относительно друга. Колебалась лишь напряженность электромагнитного поля.

Работы Максвелла показали, что корпускулярный взгляд на природу света и на электричество потерпел окончательное поражение. В природе остались только волны.

Перипетии сложной борьбы двух теорий — волновой и корпускулярной — физик Артур Комптон изложил в виде шуточного репортажа о матче американского футбола.

Как ни забавен этот пересказ, он дает схематическое представление о сложности борьбы двух научных воззрений, длившейся не одно столетие.

Ожесточенное состязание двух команд — «Волны» и «Корпускулы» в разгаре.

«Большая игра началась с подачи Галилея — ветерана-защитника команды «Волны». Мяч принял Исаак Ньютон — из руководящей четверки «Корпускул», который крепко стоял против Гюйгенса — нападающего гиганта «Волн», и, удерживая мяч, выиграл 35 метров. Затем рядом ловких приемов и пасов он лидировал, ведя за собой свою команду до конца первой четверти игры... Счет: «Корпускулы» — 6, «Волны» — 0.

Во второй четверти игры Френель — капитан команды «Волны» — сам захватил мяч. Том Юнг своим вмешательством ошеломил «Корпускулы», и Френель успел пробежать все поле и ударить. Электрический носок Максвелла помог ему забить гол, и счет стал 7:6 в пользу «Волн».



Капризное детище науки

Итак, волновая теория победила. Идея света как потока корпускул была оставлена. А эфир механи-

ческий стал эфиром электрическим.

Что же он из себя представлял теперь? Если кто-нибудь из вас подумает, что картина мира стала намного яснее, — скажем заранее: тот глубоко ошибется. Невидимая и по-прежнему неощутимая мировая среда одну за другой задавала неразрешимые загадки ученым.

Сначала попробовали представить себе эфир в виде некоторой специальной электрической жидкости, заполняющей все свободное мировое пространство. Жидкость, казалось бы, — среда, наиболее подходящая для образования и распространения волн. Не тут-то было. Световые волны упрямо не желали подчиняться законам, выведенным для волн, например, на поверхности воды. Может быть, их характер можно сравнить со звуковыми волнами в воздухе? И опять неудача. Свет в эфире распространялся так же, как распространяется волна возмущения в железном ломе, если по одному из его концов ударить молотком.

Но нельзя же считать эфир единым, абсолютно твердым телом! Как тогда объяснить движение планет? Ведь небесные тела в своем движении не встречают никакого препятствия, порукой тому точные математические законы. Считать же эфир легким, сильно разреженным газом не позволял характер световых волн. А не может ли существовать вещество, обладающее одновременно свойствами и легкого газа и абсолютно твердого тела?.. Впрочем, если говорить о твердом веществе и жидкости, то такой аналог нашелся на Земле. Это сапожный вар — смола. Пластика из смолы, если заставить ее быстро колебаться, звучит, как камертон. То есть для быстрых

колебаний смола — твердое вещество. Но оставьте ту же пластинку несколько дней полежать на наклонной плоскости, и она... стечет.

Оказывается, для медленных процессов смола — типичная жидкость, только очень густая. Не таков ли и эфир? Для быстрых колебаний световых частиц он — твердое вещество. А для сравнительно медленного движения планет он — легкий газ.

Но вряд ли такое представление могло удовлетворить хотя бы большинство ученых. Потому что до самого начала нового, уже нашего двадцатого столетия нет-нет кто-нибудь да выступал в печати с «более удачной», на его взгляд, моделью мирового эфира.

И так каждый год.

Впрочем, постепенно противоречивые свойства эфира перестали возмущать физиков. Ученые решили, что проще примириться с загадками неуловимой среды, чем непрерывно искать аналогии и строить бесчисленные модели. Никто не мог предугадать, какие новые свойства света еще обнаружатся и какие новые противоречия придется еще устранять. А каждое открытие заставляло перестраивать модель, придуманную с таким трудом.

В конце концов капризному детищу науки простили все противоречия. Простили и уснокоились. Впервые за много лет в конце уходящего XIX столетия в физике наступили мир и благоденствие.

Свет согласились считать волнами, а мир — заполненным неизвестной субстанцией — эфиром. Можно было готовиться к встрече Нового года, первого года грядущего и обещающего XX столетия.

В канун Нового года, когда на улицах Лондона зажигали праздничную иллюминацию из новых тогда электрических лампочек, вместо тусклых плашек и масляных светильников, к ярко освещенному зданию Королевского общества один за другим подкатывали закрытые кебы. Сановные джентльмены, облаченные в мантии, как требовало их звание, поднимались по широкой лестнице в зал с огромными стрельчатыми окнами. То съезжались члены Лондонского королевского общества.

Рослый седовласый ученый сэръ Уильям Томсон, лорд Кельвин — президент общества, физик с мировым именем — начал свою новогоднюю речь.

Он отметил успехи в науке, достигнутые в прошедшем веке, перечислил заслуги присутствующих.

Одобрительно качают головами ученые, облаченные в мантии. Да, они хорошо поработали. Прав сэр Уильям, говоря о том, что грандиозное здание физики построено. Остались мелкие отделочные штрихи. Впрочем...

Лорд Кельвин на мгновение прерывает речь. Впрочем, на спокойном и ясном небосклоне физики существуют два небольших облачка, но это только временные затруднения...

Покойно устроившиеся в старинных креслах с высокими спинками джентльмены улыбаются. Они знают, что речь президента идет о не получивших пока объяснения результатах опыта их американского коллеги Альберта Майкельсона.

Что ж, ему действительно еще не удалось определить, влияет ли движение Земли на скорость света. Не удалось поймать эфир. Но это пока...

Плавно льется речь президента. Он напоминает и другой опыт, результаты которого тоже не вполне согласуются с волновой теорией.

Но ведь и это тоже пока...

Джентльмены удовлетворенно переговариваются. В этом мрачноватом, освященном традициями старинном зале уже много лет подряд собираются те, кто посвятил свою жизнь науке. Ничего, что на долю одних выпал больший успех, на долю других — меньший. Все с одинаковым удовольствием слушают признание их общих заслуг.

Двадцатое столетие наступило! Высокоученые джентльмены разъехались по домам, чтобы приступить к отделке «величественного здания» физики, построенного их трудами.

Но проходит пять лет, и из незаметных временных облачков гремят такие раскаты, которые потрясают самые основы фундамента здания классической физики. Новые гипотезы, новые теории, словно ослепительные молнии, озаряют необозримые просторы бесчисленных областей науки, куда еще не проник разум. В одно мгновение «величественное здание», «неприступная крепость» старой науки превращается в крохотную сторожку на площадке огромной стройки. Стройки уже не одного здания, а грандиозного ансамбля, целого города современной физики. И опять возникает новый взгляд на мир, новое мировоззрение...



Неудача,

которая ценнее тысячи открытий

К концу XIX века никто не отрицал существования эфира. Он был необходим. Он приходил на по-

мощь физикам всякий раз, когда они затруднялись объяснить то или другое явление.

И все же о природе эфира спорили. Горячо спорили

Не могли, например, дать ответ на такой важный вопрос: остается ли эфир неподвижным, когда сквозь него пролетает наша планета, или летит следом за Землей, как пыльный вихрь — за мчащимся грузовиком.

Найти ответ на этот важный вопрос стало навязчивой идеей молодого американского ученого Альберта Абрахама Майкельсона. Уже несколько лет Майкельсон исследовал скорость света. Он измерил ее с такой точностью, с какой это не удавалось сделать до него никому другому. Так готовился он к атаке на эфир.

«Глубоководная рыба, по всей вероятности, не подозревает о существовании воды, потому что окружена ею со всех сторон одинаково; таково же наше положение в отношении эфира», — сказал однажды известный английский ученый сэр Оливер Лодж.

Это навело Майкельсона на такие размышления: если эфир — разреженная среда, что-то вроде воздуха, если эфир пронизывает собой всё: Землю, предметы на ее поверхности и саму атмосферу планеты — и при этом остается неподвижным, то наблюдатель, летящий вместе с Землей, должен ощутить некоторый «эфирный ветер», подобно тому как человек, выставив руку из окна поезда, ощущает упругую силу воздуха. Даже в безветренную погоду это ощущение создает впечатление ветра.

Но как уловить силу «эфирного ветра»? — спрашивает Майкельсон. Помочь, в этом Майкельсон не сомневается, может только свет.

Постепенно, постепенно вырисовывалось простое сравнение, и в дальнейшем оно служило основой опыта.

Представьте двух пловцов, плывущих по реке с быстрым течением. Один должен переплыть речку поперек, другой — плывет против течения. Даже если силы обоих одинаковы, то течение реки будет больше притормаживать того, кто плывет навстречу течению. Равное расстояние они одолеют за разное время. Теперь представим Землю, летящую сквозь неподвижный эфирный океан. Два световых луча, посланные одновременно под углом в девяносто градусов, будут двигаться с разными скоростями. Один из них должен притормаживаться «эфирным ветром». А разницу в скорости движений лучей можно уловить...

Это нелегкий опыт. Недаром он вошел в историю науки. Но Майкельсон выполнил его классически. Предусмотрено было поистине все, и результатом явилась точность, которая и не снилась современникам. Точность, объективность гарантировали, казалось бы, полный успех. А результат? Опыт не дал никакого результата! Майкельсон не обнаружил ни малейшей разницы в скоростях. Упрямые лучи словно и не замечали, что летели в разных условиях. Будто «эфирного ветра» не существовало. Неудача!

Ученый с огорчением пишет: «Гипотеза неподвижности эфира ошибочна».

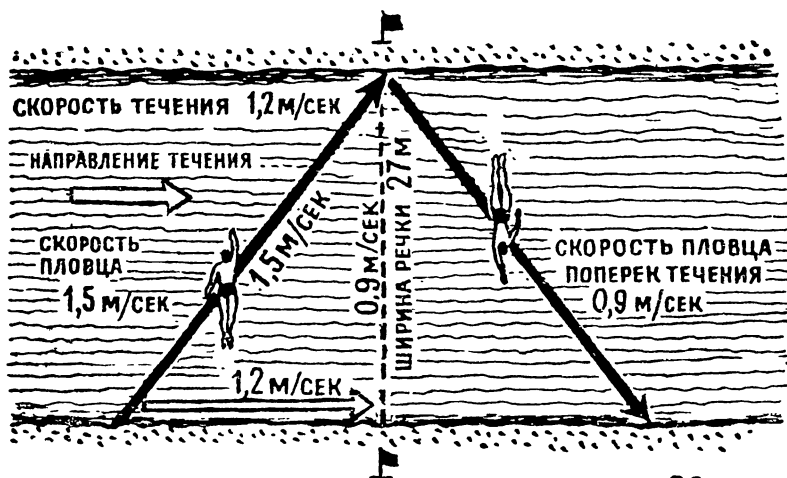
Опубликованные результаты опыта и выводы Майкельсона уподобились камню, брошенному в муравейник.

Сколько сил, сколько упорства было затрачено, прежде чем люди пришли наконец к мысли о неподвижном эфире. Другого эфира уже нельзя было себе представить. Все остальные варианты испробованы и отброшены. Это последний... И вдруг... Ведь если нет неподвижного эфира, то нет его и вообще. Такой вывод никого не устраивал. Оставалось искать ошибку.

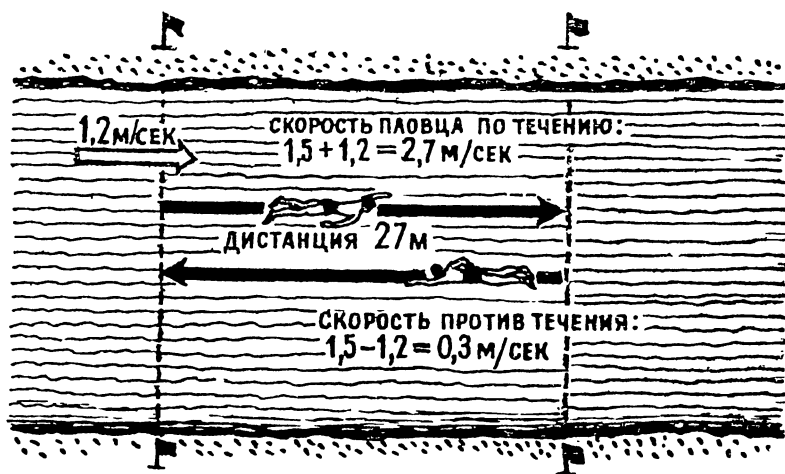
Но Майкельсон не допускает и мысли, что в его опыт могла вкратиться ошибка. И у каждого, кто внимательно знакомится с установкой американца, с его педантичностью и «точностью», не остается сомнений в «чистоте» опыта. А как расценивать результат?

Об этом-то опыте — «облачке» — и говорил лорд Кельвин в своей новогодней речи. Но... Америка далеко. А результаты одного опыта — еще не вся физика.

В 1888 году, после поездки в Европу, Майкельсон



ПЛОВЕЦ ПЕРЕСЕКАЕТ РЕЧКУ В ОБА КОНЦА ЗА $27:0,9 \times 2 = 60$ СЕК.



ТАКОЕ ЖЕ РАССТОЯНИЕ ПРЕОДОЛЕВАЕТСЯ ЗА $27:2,7 + 27:0,3$,
Т.Е. УЖЕ ЗА 100 СЕК.

Одно и то же расстояние поперек течения пловец покрывает быстрее,
чем плывя вдоль реки по течению и обратно.

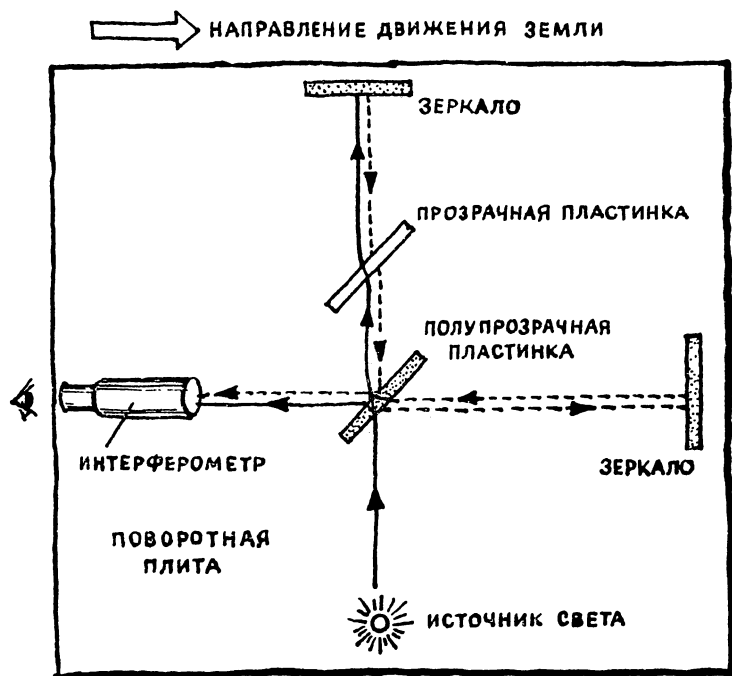


Схема опыта Майкельсона, «великая неудача» которого оказалась ценнее сотен достовернейших гипотез.

возвращается в Америку. И начинает подготавливать новый опыт. Конструирует специальный прибор, чтобы добиться еще большей точности. И надеется, что добьется желанного результата: докажет, что эфир существует. Без него, без этой таинственной среды, сам Майкельсон не представляет себе картины мира. Не возвращаться же вновь к пустоте!

Новый опыт Майкельсон ставит вместе с профессором Морли.

На первый взгляд трудно, кажется, найти двух человек, столь непохожих друг на друга. Если Морли оживлен и разговорчив, то Майкельсон всегда сдержан и немногословен. Неряшливость в одежде, длинные волосы и огромные рыжие усы Морли невыгодно отличаются от строгой изысканности костюма Майкельсона.

Но в работе их роднит все: дотошность, и любовь к подробной разработке опыта, и точность выполнения, необычайное терпение и выдумка. Кажется, подробности будущего опыта продуманы ими до мелочей, предусмотрено все, что только можно предусмотреть. И все-таки — снова неудача.

Скорость света постоянна, она не зависит от движения источника света. Опыты настойчиво говорят о том, что никакого эфира в природе не существует.

«Величайший из всех отрицательных результатов в истории науки» — так сказал об опытах Майкельсона и Морли английский физик и философ, ныне лауреат Ленинской премии за укрепление мира между народами, Джон Десмонд Бернал.

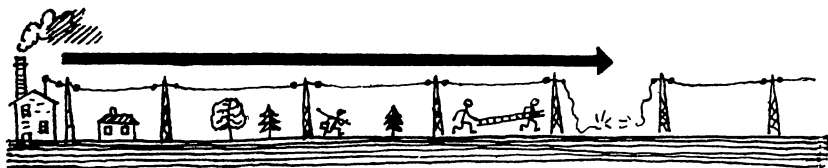
Кажется, представление о неподвижном эфире похоронено навеки. И все-таки... Ученые не могут отказаться от него. Ведь на основе эфира держится вся классическая физика, вся величественная картина мира. Если допустить, что эфира не существует, надо создавать иную картину мира и, следовательно, пересмотреть сложившееся мировоззрение.



Силовое поле Вселенной

В 1905 году в одном из немецких научных журналов появилась небольшая статья: «К электродинамике движущихся тел». Автор? Фамилия его никому ни о чем не говорила. Мелкий служащий одного из швейцарских патентных бюро. По образованию — физик. По душевной склонности — музыкант, скрипач, постоянный участник квинтета.

Альберт Эйнштейн! Нет теперь, пожалуй, человека, который не слышал этого имени. Его теория как раз и явилась молнией, грянувшей из «облачка» Майкельсонова опыта.



Свои взгляды на строение мира, на законы, управляющие движением материи, Эйнштейн выразил в построенной им теории относительности. Новое в ней то, что Эйнштейн отказался распространить на весь мир правила и законы, вытекающие из нашего повседневного опыта.

Как-то раз к Эйнштейну обратился журналист и попросил по возможности одной фразой выразить смысл теории относительности, но так, чтобы ее суть стала понятна неискушенному читателю.

Эйнштейн улыбнулся и серьезно ответил: «Раньше считали, что если из вселенной исчезла бы вся материя, то пространство и время сохранились бы в неприкосновенности. Теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезло бы также пространство и время».

Действительно, давайте произведем титаническую работу и очистим Вселенную Ньютона от планет, звезд и туманностей, от космической пыли и газовых облаков, от таинственных черных дыр, галактик и не менее таинственных квадратов. Словом, от всякого вещества. Останется — пустота. Пустое пространство, «вместилище всех вещей».

Давайте проделаем ту же работу по отношению к более поздней модели Вселенной. Вселенной, по которой в соответствии с законами Френеля, Юнга и Максвелла распространяются волны света и прочие электромагнитные колебания. Освободим и эту Вселенную от вещества. Вместе с ним уйдут и поля. Что останется? Эфир! Капризная всепроникающая субстанция, о которой никто ничего не знает толком, которая не может быть обнаружена никаким опытом, но без которой не может существовать классический мир!

Но вот опыт Майкельсона доказал, что оптические явления, то есть скорость света, не зависят от равномерного и прямолинейного движения нашей планеты относительно звезд. (Дело в том, что годичное движение Земли относительно «неподвижных» звезд можно действительно считать и равномерным и прямолинейным.)

А раз так, то принцип относительности Галилея, гласивший, что законы механики одинаковы для тел, движущихся равномерно и прямолинейно относительно друг друга с любой скоростью, Эйнштейн обобщает на всю природу. Он говорит, что не только законы механики, но и все законы природы вообще одинаковы в любых системах, которые движутся равномерно и прямолинейно друг относительно друга. Будь то планета или космический корабль, летящий по инерции, — сидя внутри закрытого помещения, ни за что не определить, движется система или нет.

Но если согласиться с эйнштейновским принципом относительности, то нужно признать, что нет в мире такой абсолютной неподвижной системы (какой раньше считался эфир), относительно которой можно отсчитывать ну хотя бы абсолютную скорость движения. А нет системы — не нужен и эфир. Вселенная может обойтись и без него. Впрочем, что же такое теперь Вселенная? Это далекие квазары и галактики, звездные скопления, туманности, облака пыли и газа, планетные системы и... соединяющие их поля: гравитационные, магнитные, электрические... Уберем вещество, — не станет полей. Исчезнет материя, о каком пространстве тогда говорить? Представьте себе грудку вещей, сложенных в кучу. Куча — вещество и пространство. Уберем вещи — кучи не стало. Не стало пространство, связанного с вещами.

Пространство и время не есть нечто неизблемое, утверждает Эйнштейн. Незыблемое, существующее независимо от производимого опыта. Свойства пространства и времени должны выводиться из эксперимента, и в разных условиях пространство и время могут обладать различными свойствами, а иногда и меняться на протяжении одного опыта.

Новая теория не так проста для понимания, как идеи Демокрита или Ньютона. Она заставляет людей учиться думать по-новому. И не удивительно, что принята она была далеко не сразу и не всеми. Лишь в наше время, когда она нашла подтверждение опытом, теорию относительности признали безоговорочно.

Теорию Эйнштейна называли «безумной». «Безумной» в хорошем смысле этого слова. Этот термин ввел Нильс Бор, определяя одну из выдвинутых идей. Он сказал: «Нет никакого сомнения в том, что перед нами безумная теория. Вопрос состоит в том, достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной».

Человечество знало немало «безумных» теорий. Вернее, такими они казались окружающим, когда впервые произносились своими творцами. Безумной считалась мысль Коперника о том, что Земля вращается вокруг Солнца. Безумной казалась идея Джордано Бруно о множественности обитаемых миров. Безумной называли попытку получения «пустоты» во времена Торричелли и фон Герике...

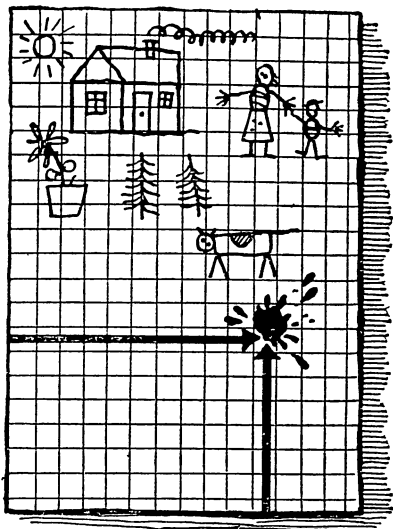
Чем дальше развивается наука, тем сильнее отрываются ее творцы от привычных закономерностей, от того, к чему мы привыкли, воспринимая мир пятью чувствами.

Но законы природы слишком сложны, чтобы их увидеть глазами или услышать, не прибегая к помощи сложных приборов. Их не пощупаешь пальцами, не попробуешь на вкус, не понюхаешь. Простые чувства вполне обеспечивают существование человека на земле. Но для понимания основных законов природы язык их беден. Понадобились целые эпохи напряженной работы мысли, чтобы понять, из чего же состоит мир.

Сегодняшняя физика имеет дело с полем и веществом. Пока что это единственные известные человеку формы, в которых проявляется движущаяся материя. Мы сознательно говорим «пока».

Прошло немногим более ста лет с тех пор, как возникло само понятие поля. Можно ли теперь сказать, что поле и вещество — это совершенно разные, хотя и связанные как-то друг с другом понятия?

Сегодня мы знаем: поле так же реально, как и вещество. И неразрывно связано с ним. Как именно? На этот вопрос отвечает сам Эйнштейн:



Чтобы найти обрыв линии, монтерам достаточно одного измерения — длины.

«То, что действует на наши чувства в виде вещества, есть на деле огромная концентрация энергии в сравнительно малом пространстве. Мы могли бы рассматривать вещество как такие области в пространстве, где поля чрезвычайно сильны».



При всем разнообразии мир един

Кажется, увлекательней Карла Маркса не было собеседника. Слушать его, как свидетельству-

ют его друзья и ученики, было сущим наслаждением. Особенно если он объяснял что-либо неизвестное.

Маркс оценивал не одни только внешние стороны явления. Он рассматривал все его свойства с самых разных, подчас неожиданных сторон. Доискивался до сокровенных причин, породивших это явление, и затем анализировал их.

Подобно анатому, он расщеплял явление на составляющие его части и каждую тщательным образом исследовал. Отмечал особенности развития, порой весьма противоречивые, и прослеживал, как части влияют друг на друга. Обязательно учитывал среду, в которой явление возникло, и те изменения, которые она вызывала в нем.

От острого Марксова ума не ускользала ни одна подробность. В итоге собеседник видел не один только отдельный факт, а часть картины большого процесса, претерпевающего сложные превращения в результате воздействия самых разных сил или отношений.

Словом, Маркс не просто рассказывал, а доказывал, приводя множество доводов, чтобы возможно полней и шире обосновать свое мнение, свою точку зрения.

Маркс как бы выступал изошренным спорщиком с самим собой, стремясь доказать истинность своего мнения.

Но почему мы заговорили о Марксе? Ведь подвиг его жизни в глубоком изучении законов человеческого общества. И как ни разносторонни были знания Маркса, все же его интересы были далеки от вопросов, которые рассматриваются в этой книге.

Все это верно. Маркс и его друг Фридрих Энгельс известны всему миру как основоположники научного коммунизма, как теоретики и практики, руководившие нарождающимся рабочим движением, как авторы «Коммунистического манифеста».

Но, кроме того, они стали создателями нового философского метода познания. Метода, который помогает изучать мир и правильно объяснять его. Следуя этому пути, Маркс смог вскрыть законы капиталистического общества и указать пути развития новых общественных отношений.

Но начнем по порядку. Какими научными данными располагали люди двести — триста лет тому назад? Скудными, отрывочными сведениями, разрозненными наблюдениями, нестройными разобщенными фактами. Во всем этом ни порядка, ни системы. Они напоминали отдельные острова и островки, которые пытливая мысль ученого выхватывала и освещала в огромном океане неведомого и непознанного.

В ту пору ученых можно было уподобить археологам, в руках которых оказались пусть ценные, но единичные находки.

Представьте себе, что обнаружены развалины древней каменной кладки, фрагмент мозаичного пола и обломок колонны. Можно ли на основе этих находок представить себе все здание в целом? Это трудно, но при некотором опыте все же возможно. Но для того чтобы представить себе всю древнюю культуру в целом, тут, разумеется, одних этих находок будет недостаточно, хотя они и расскажут, как обтесывали камни, каким раствором скрепляли их, как варили стекло для мозаики, какие употребляли краски, — словом, какими располагали техническими навыками и знаниями, какие вкусы господствовали у жителей той древней эпохи.

Пока наука не окрепла, завет Декарта «расчленять сложное на простое и изучать по отдельности» оставался законным путем изучения.

Но в течение десятилетий и веков множество новых наблюдений, исследований, выводов пополняло сокровищницу знаний. К середине XIX века некоторые области знания уже

настолько развились и окрепли, что выросли в самостоятельные науки. Между тем это богатство так и оставалось награждением научных сведений.

Теперь руководствоваться старым декартовским советом «расчленять» стало уже невозможно. Нужен был иной путь познания. Такой, который помог бы увидеть и объяснить весь мир во всей его сложности, природу во всей ее полноте, во всех ее разнообразных проявлениях.

Именно такой путь познания (его называют диалектическим материализмом) выкристаллизовался к середине прошлого века. Его создали Карл Маркс и Фридрих Энгельс.

Слово «диалектика» в Древней Греции означало искусство вести спор, добиваться истины, сталкивая противоположные и противоречивые мнения. Именно такой метод применял и Маркс в своих исследованиях и доказательствах, хотя и не он первый открыл его. Этим методом владели многие философы, но то были философы-идеалисты, для которых идея бога, божественное толкование природы были положены в основу их представлений о мире.

Маркс и Энгельс решительным образом откинули все легенды о боге и божественном начале. Они представляли себе мир материальным, вещественным и познаваемым. Таким, которым управляют законы природы.

Правда, в домарксовской истории философии известно немало философов-материалистов. Но они не мыслили диалектически, а потому не могли познать мир так глубоко, как это сделали Маркс и Энгельс — основоположники диалектического материализма.

Творцы прежних картин мира приходили к своим философским построениям тогда, когда были вынуждены искать объяснения новым открытиям в науке: Ньютон — тяготению, Гюйгенс — проблемам света, Фарадей — зависимости магнитных и электрических явлений.

Философское учение Маркса возникло при анализе общественных отношений. А Фридрих Энгельс блестяще применял этот же метод в своих философских обобщениях вопросов естествознания.

Фридриха Энгельса нельзя назвать естествоиспытателем в прямом смысле этого слова. За всю свою жизнь он не поставил ни одного опыта, не вел специальных наблюдений, не занимался исследованиями в какой-либо одной определенной области. И все же Энгельс — исследователь в самом ши-

роком смысле этого слова. Он — глубокий знаток современного ему естествознания. Он постоянно следил за развитием химии, физики, биологии и многих других наук. Ни одно научное открытие не ускользало от его внимания, ни одна новая теория не оставалась незамеченной. Мало кто из современных ему ученых так глубоко и широко представлял себе естественные науки в целом.

«Невольно удивляешься, — писал друг и ученик Маркса и Энгельса социалист Поль Лафарг, — как Энгельс, который ничуть не был похож на кабинетного ученого, мог накопить такое количество знаний».

Даже Маркс не переставал восторгаться универсальными познаниями Энгельса, хотя порой и упрекал друга за то, что тот разбрасывается.

В продолжение многих лет, урывая время от своих разнообразных дел и занятий, Энгельс собирал материалы для будущей книги по естествознанию, названной им «Диалектика природы». Он задумал ее как обзор философски обобщенных новейших успехов естествознания.

К началу девяностых годов этот обширный труд представлял собой связанное целое. Законченные разделы и отрывочные заметки подчинялись строгому плану.

Энгельс даже писал Марксу, что надеется закончить свою книгу в 1882 году.

Однако работу над книгой оборвала смерть Маркса. Энгельс отложил свой труд, считая священным долгом прежде всего подготовить к печати рукописи Маркса — II и III томов «Капитала».

«Диалектика природы» так и осталась незавершенной.

После кончины Энгельса долгое время она оставалась погребенной в его архиве, и о ее существовании знали лишь немногие.

Эта книга, в которой вся природа рассматривалась как единое бесконечное целое, как исторический процесс развития материи, а вселенная — безграничной в пространстве и во времени, в непрерывном движении и изменении; книга, в которой разворачивалось все многообразие форм движения и материи; книга, которая должна была стать идейным вооружением многих поколений ученых, оставалась неопубликованной.

Труд Энгельса стал широко известен много позже, только после 1925 года, когда его опубликовали в СССР.

С тех пор «Диалектика природы» — настольная книга ученых и мыслителей.

Может, кто-то усомнится: да так ли это? Ведь за сорок лет книга Энгельса должна устареть, и открытия, которые автор подвергал анализу, давно уже вошли как классические в школьные учебники!

Никто не станет отрицать, что факты, приведенные Энгельсом, к 1925 году стали достоянием истории науки. Но метод диалектического материализма, который применяет Энгельс, не стареет. Он послужил не одному поколению ученых и поможет еще многим правильно истолковывать данные науки, стать материалистами, мыслящими диалектически.

«Диалектика природы» останется и для будущего непревзойденным образцом материалистически-диалектического подхода в любой отрасли научного знания. В этом ее сила, в этом ее ценность.

...

Конец XIX и начало XX века вошли в историю науки как эпоха величайших открытий. Этот рубеж явился подлинной революцией в науке.

Во всех отраслях человеческих знаний, а особенно в физике, накопилось множество новых фактов. Причем фактов часто противоречивых, исключаящих, казалось бы, друг друга.

Посудите сами: сколько лет, сколько столетий боролась наука за признание атома. Наконец — победа! Даже святая церковь, припертая к стене, вынуждена признать, что господь бог сотворил мир именно из атомов. Из атомов единых и неделимых...

И вдруг — вы помните опыты Крукса, Томсона, Резерфорда? — «неделимый» сам оказался составленным из еще более мелких частичек.

А эфир, который заполнял всю вселенную и передавал через себя и волны света, и волны электричества, и... кто его знает, может быть, и волны тяготения, — эфир, не обнаруженный ни одним самым тонким экспериментом, тоже вот-вот грозил исчезнуть и освободить место крамольной «пустоте». Опять пустота...

Нет, тут было, конечно, от чего прийти в смущение. Выходило, что чем больше узнавали люди, тем меньше они зна-

ли об истинном положении вещей, тем запутаннее и неопределеннее становилась картина мира.

Из философского лагеря стали раздаваться голоса о том, что истина и мир непознаваемы вообще. Что сколько бы человек ни продвигался по пути знания, действительная сущность природы, вещества, материи ему недоступна. Эти философы-идеалисты даже объясняли, почему все это именно так, а не иначе. С точки зрения идеалистов все, что окружает нас: вещественный мир, время, пространство — мы воспринимаем только как ощущение. Так можем ли мы судить о том, какова природа в действительности, если иначе, как через посредство органов чувств, она не проникает в наше сознание. Если уж неделимый атом распался на эфемерные заряженные частицы и эфир вот-вот готовится пошатнуть вселенную, то не значит ли это, что в мире вообще нет никакой материи?

А что же есть?

И вот тут-то сомневающимся подсовывалась удобненькая идея. «Как что? Бог! Бог, сотворивший человека и давший ему непознаваемый мир в ощущениях».

Еще в начале века студенты и аспиранты не изучали диалектического материализма. Профессора на лекциях не разъясняли им основных положений учения Маркса. На уроках в школах, в гимназиях учителя не старались дать ученикам представление о едином процессе развития природы.

Зато на уроках закона божьего священник — батюшка в рясе и с крестом на груди — усердно заставлял повторять древнюю сказку о том, как бог сотворил мир, Землю, всех населяющих ее тварей и, наконец, человека.

А будущие врачи, педагоги, инженеры и ученые кроме своих специальных предметов обязательно изучали и... богословие.

Учение Маркса, предложенный им новый, единый метод познания мира не просто замалчивались и опускались. Если лектор с кафедры и произносил имя великого мыслителя, то только лишь затем, чтобы опровергать и громить его учение.

Пусть это не кажется вам странным. Религия и школа бдительно охраняли устои буржуазного мира, а Карл Маркс звал на борьбу с ним, призывал к безбожию.

Поэтому учение Маркса было гонимо как крамольное. В то же время реакционеры во все трубы затрубили о том,

что ученые не могут объяснить явлений природы и, значит, в физике наступил кризис.

Влияние идеалистических учений особенно возросло после разгрома революции 1905 года в России. Реакция торжествовала. Люди, разуверившиеся в своих силах, готовы были сдать позиции. В этот период, как никогда, было необходимо дать людям сильное философское оружие. Оно должно было помочь в борьбе с идеалистами и осветить путь для дальнейшего развития материалистической науки.

Таким оружием стала книга «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленина.

Каждая страница этой замечательной книги словно открывала людям глаза. Вступая в спор с признанным и популярным философом-идеалистом, физиком Эрнстом Махом, Владимир Ильич Ленин не оставляет камня на камне от его проповеди непознаваемости мира, утверждает и последовательно развивает материалистическое представление о мире.

Мир познаваем, утверждал Владимир Ильич. Он существует во времени и пространстве, независимо от того, смотрит на него человек или глаза его закрыты. Мир — вовсе не идея, придуманная человеком, он материален и веществен. Попробуйте стукнуться головой об угол кирпичной стены, и вы весьма ощутимо почувствуете ее материальность.

Разбирая новейшие открытия физики, Ленин утверждал, что противоречивость фактов вовсе не означает кризиса в науке. Она означает только то, что на данном уровне развития науки новые факты требуют и нового метода для своего объяснения.

Таким новым методом и явился диалектический материализм.

И если в свое время «Диалектика природы» Энгельса стала примером применения материалистической диалектики в естествознании, то труд Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» стал образцом применения этого метода в физике.

Мир, согласно учению Маркса, Энгельса, Ленина, предстает как единое целое. Значит, в какой бы форме ни явилась материя, — она едина.

Вспомните: у Ньютона пространство существовало само по себе. Существовало независимо от того, заполнено оно материей или не заполнено.

Но разве можно представить себе какое-либо материаль-

ное тело, пусть самое крохотное, которое не имело бы величины, объема?

Можно ли представить себе шар без его круглой формы? Можно ли оторвать форму от содержания?

Значит, только сама материя, существуя в пространстве, создает его. Если нет материи, — значит, нет и пространства.

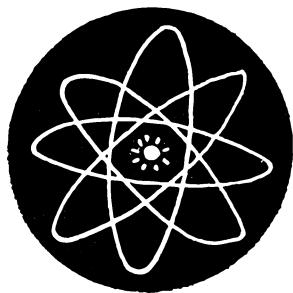
«В мире нет ничего, кроме движущейся материи, — писал Ленин, — и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве».

Материя, пространство, время... В системе взглядов на мир Декарта и Ньютона это были лишь три отдельные составляющие.

В учении Маркса, Энгельса, Ленина они слились. Мир стал един. Един во всем своем разнообразии.

А пустота? Философская пустота — пространство без вещества, без материи. Но пространство без материи невысказано. Значит, нет и пустоты. Итак, диалектический материализм отверг философское понятие пустоты.

Диалектический материализм — это метод познания, это философское вооружение современного ученого. Оно, и только оно, помогает находить единственно правильное истолкование результатов новых изощренных опытов и самых тонких наблюдений. А его применение, как мы видим теперь, помогает советской науке одерживать невиданные победы.



От метagalактики к микромиру

Попробуем же нарисовать картину мира, в котором мы живем.

Наша Земля — маленькая планета, обращающаяся в гравитационном поле центрального светила Солнечной системы. Впрочем, у Земли есть свое поле, и достаточно сильное, потому что оно прочно удержи-

вает на привязи спутник — Луну. Конечно, силы притяжения Солнца неизмеримо больше. Они удерживают на орбите даже далекий Плутон, свет до которого идет от Солнца целых пять часов.

Но огромное Солнце со всеми своими мощными полями и планетами — всего-навсего песчинка в необозримом звездном архипелаге — Галактике. Здесь сосредоточены тысячи звезд. Вихри множества полей накладываются друг на друга. И весь звездный остров живет по законам, которые диктуются этими силовыми полями.

Здесь уже масштабы не только не земные, но даже с точки зрения Солнечной системы трудно поддаются наглядному изображению. Достаточно сказать, что свет летит к нам от самой ближайшей звезды — Проксима Центавра (ближайшая из созвездия Центавра) — четыре с лишним года. И это при скорости 300 000 километров в секунду!

Поднимемся еще на одну ступеньку. Астрономам известна не одна наша Галактика. Мощные телескопы приносят нам информацию о том, что и на расстоянии миллиардов световых лет рассеяны в космическом вакууме подобные же звездные архипелаги.

Вы только подумайте: свет, который мы сейчас от них ловим, мог быть излучен тогда, когда наша Земля еще только возникла, формировалась из обломков погибших миров и частиц космической пыли.

Вот какие расстояния пролегают между мирами. На такие протяженности действуют их поля. Но давайте попробуем забраться в глубь межгалактического пространства.

Представим себе, что мы улетели на ракете за тысячи световых лет. Прочь от Солнца, прочь от нашей Галактики в черную бездну вакуума.

Давно перестали работать двигатели, и наш космический корабль летит по инерции. Впрочем, летит он или стоит на месте, сказать трудно. Вселенная не богата километровыми столбами. Во всех помещениях корабля — состояние невесомости. Тела потеряли вес. Не значит ли это, что нам удалось избавиться от влияния полей тяготения? Пожалуй. Но, может быть, тогда удастся также избавиться и от остальных полей? И получить в закрытом объеме космической ракеты полную пустоту? Ни вещества, ни полей... что же?

Допустим на минуту, что наши глаза обладают зоркостью, в сотни миллионов раз превосходящей зоркость электронного

микроскопа. Мы снова увидим не только атомы и их ядра, но и электроны, и протоны, и нейтроны — все тридцать с лишним атомных частичек, открытых с таким трудом физиками за последнее время.

И вот мы внутри предполагаемого пустого помещения, каюты без воздуха, отгороженной от проникновения любых полей. Нашим сверхзорким глазам представится любопытная картина: один за другим темное пустое пространство пронизывают космические гости — частицы. Одни пролетают нашу кабину насквозь и исчезают бесследно, зато другие...

Об этих-то других дальше и пойдет речь.

Но прежде напомним некоторые исторические события, произошедшие после того, как в великом споре о свете победила волновая теория.

Примерно в 1900 году, урожайном на физические идеи, немецкий физик Макс Планк высказал гипотезу о том, что в процессе излучения энергия испускается не сплошным потоком, а отдельными порциями — квантами. А спустя пять лет Альберт Эйнштейн предложил квантовую теорию света. По его мнению, свет излучается отдельными порциями — квантами, которые великий физик назвал «фотонами». Фотоны выступали то как частицы, то как волны, в зависимости от того, в каком процессе они наблюдались. Распространялись как волны, излучались и поглощались как частицы. Русский физик Петр Лебедев невероятно тонким опытом доказал, что свет способен оказывать давление. Это ли не свойство частиц? И вместе с тем «добрые старые» опыты не оставляли сомнения в том, что свет — волна...

Правда, сейчас это нас не должно так тревожить, как раньше. Ведь мы рассматриваем явление в единой связи и во всех противоречиях.

Прошло несколько лет, и новая сенсация взбудоражила ученый мир. Американцы Девиссон и Джермер и англичанин Джордж Паджет Томсон обнаружили, что если тонкую металлическую фольгу положить на фотопластинку и бомбардировать электронами, то электроны, пройдя через металл, оставят на фотопластинке такой след, какой должны и могут образовывать только волны.

Этот опыт недвусмысленно указывал и на двойственную природу электронов: электронов-частиц, электронов-волн.

Скоро такие же свойства нашлись и у более «солидных» частиц: протонов, потом у атомов и даже... молекул.

С тех пор ученые стали пользоваться обеими теориями наравне. Волновой в одних случаях, корпускулярной — в других. Только, конечно, это уже не теории Гюйгенса и Ньютона. Из них постепенно выкристаллизовалась новая — квантовая механика. Теперь мы должны считать, что элементарные частицы — это и частицы, и волны одновременно.

Вернемся же в покинутую нами «пустую» кабину ракеты, сквозь которую поодиночке и целыми роями мчатся космические гости.

Вот сквозь стенку ракеты в черное пустое пространство влетел светящийся пульсирующий снаряд. Эта частица — «гамма-луч». Он тоже иногда ведет себя как волна. Но сейчас представим себе его частицей.

Не забудьте, у нас волшебные глаза. Мы наблюдаем, как гамма-луч проскочил темное пространство, и тут... гамма-лучу не повезло. Со всего размаху налетел он на ядро атома. Предположим, одного из атомов железной стенки кабины.

И на наших глазах произошло удивительное превращение. Гамма-луч натолкнулся на ядро и исчез. Да, да, просто так и исчез в пустоте. Вместо него, неизвестно откуда, появились две новых частицы — электрон и позитрон...

Вы скажете:

— Позвольте, но ведь каюта пуста, а из «ничего» ничего не бывает. Может быть, частицы образовались из ядра атома железа?

— Ничуть не бывало — ядра все целы.

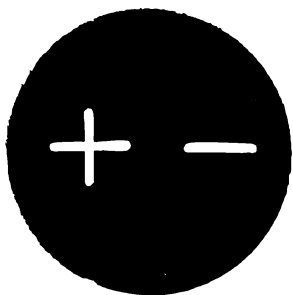
— Может быть, из самого гамма-луча?..

— Также невозможно. Для этого не хватило бы материала.

Остается предположить, что в «пустоте» что-то есть...

Продолжим наши необычайные наблюдения: в черную «абсолютную» пустоту кабины влетели сразу две частицы: электрон и позитрон. Влетели и столкнулись. И тут же исчезли. А на месте их встречи вспорхнули два гамма-лучика.

Но ничто не исчезает бесследно. Куда же девались частицы? И тут пора нам познакомиться с еще одной удивительной гипотезой. Современники называли ее «нелепой, сумасшедшей». Она действительно нелегка для понимания, но сейчас она вовсе не кажется такой уж невероятной.



Еще одна «сумасшедшая» идея

В 1928 году молодой английский физик Поль Дирак работал над теорией электрона. Дираку хоте-

лось так описать эту довольно давно известную ученым элементарную частицу, чтобы ее теория включала в себя все достижения современной ему физики и теории относительности.

Это было нелегким делом, и коллеги далеко обходили лабораторный стол, за которым грыз карандаш двадцатишестилетний ученый. Трудности нарастали по мере продвижения вперед, как снежный ком. Нужно было поистине невероятное математическое остроумие, чтобы не заблудиться в ходе многоэтажных вычислений. Но Дирак недаром был учеником Резерфорда. Молодость, смелость, находчивость и хорошая порция резерфордовского упорства — закваска настоящего ученого. Таким и был Поль Дирак.

Он все-таки вывел это волновое уравнение — формулу, описывающую движение электрона. И тут-то, когда все препятствия остались позади и готовый результат лежал перед автором, случилось самое ужасное...

В решении уравнения Дирака получались два знака для электрона: положительный и отрицательный... Результат невероятный. Электрон — вполне реальная частица, как все, что нас окружает, и вдруг — отрицательный знак!

Представьте себе, что вы решаете задачу о рыбаках и их улове и в ответ получаете число пойманных рыб с двумя знаками: плюс рыбы и минус рыбы. Как это понять? Скорее всего, в расчеты где-то вкралась ошибка, и задачу надо либо проверить, либо перерешать наново.

Легко себе представить, с каким чувством смотрел молодой ученый на груды бумаги, исписанной математическими формулами. Он все-таки проверил расчет. Проверил, и не один раз, — ошибки не было. Подлый минус так же твердо

заявлял свои права на существование, как и благородный плюс. Неужели вся работа насмарку?

Само уравнение получилось таким удачным. Его положительное решение совсем не расходилось с опытом. Но вот отрицательное... Выходило, будто наравне с обычными электронами — частицами, обладающими отрицательным электрическим зарядом, обычной положительной массой и прочими свойствами, хорошо известными физикам, — должны существовать упрямые «электроны-неэлектроны». Частицы, всем похожие на своих «законных» братьев, но.. обладающие отрицательной массой.

Вы, может быть, скажете: «Ну и что? Отрицательная так отрицательная, экая беда...» Но не торопитесь.

Припомните рассказ великого фантаста Герберта Уэллса «Правда о Пайкрафте», о толстяке Пайкрафте, который раздобыл старинный индийский рецепт, уменьшающий вес. Пожадничав, толстяк вместо указанной порции выпивает всю бутылку таинственной жидкости и... Теряет вес? Это было бы полбеды. Из-за обилия выпитого снадобья вес Пайкрафта не только совсем исчезает, но становится отрицательным, и бедняга приобретает подъемную силу, как воздушный шар. Отныне его удел — спать и ходить по потолку, бояться высунуть нос на улицу, чтобы не улететь неизвестно куда. И вообще жизнь мистера Пайкрафта обращается в сущий ад.

Но вернемся к нашим частицам с отрицательной массой. Их свойства совершенно противоречат здравому смыслу. Так, например, они должны под действием ускоряющей силы замедляться, а под действием замедляющего усилия — разгоняться. Более того, если вы станете такую частицу толкать влево, она должна, по причине своего упрямства, продиктованного отрицательной массой, двигаться вправо.

Может быть, именно это свойство и привело к тому, что молодые сотрудники — коллеги Дирака — прозвали эти частицы «электронами-ослами».

Представьте себе, что в некотором объеме рядышком возникли электрон и его собрат с отрицательной массой. Заряды у обеих частиц одинаковые — отрицательные, и, следовательно, каждый должен отталкивать другого. И вот электрон полетит вправо, а «электрон-осел»? Будь у него масса положительная, он отскочил бы влево, и все обошлось бы благополучно, частицы разлетелись бы. Но в нашем случае несчастный должен броситься вдогонку за улетающим электро-

ном, своим полем подтолкнуть его и от этого самому еще больше ускорить свое собственное движение, еще подтолкнуть, и так далее. Так и должны они мчаться друг за другом со все нарастающей скоростью.

Однако на практике такого явления никогда не наблюдалось. Не находили ученые и частиц с отрицательной массой. И все-таки отказываться от уравнения Дирака не хотелось. Очень уж хорошо совпадало его первое решение с опытом...

Кто знает, чем окончились бы эти раздумья, не выскажи сам Дирак невероятной мысли. Предположение было настолько нелепо на первый взгляд, что невольно останавливало на себе внимание, а раз остановив, заставляло задуматься...

Английский физик Джон Тиндаль в своей лекции в королевском обществе развил такую мысль: гипотезы становятся теориями, когда они способны объяснить наблюдаемые факты. До поры до времени теория служит ученому как бы пристанищем его ума. Но если новые и новые факты перестают согласовываться с прежними представлениями — теориями, — пристанище уже становится тюрьмой.

Вспомните: Гюйгенс представлял себе световые волны как звуковые, строение атома Томсон сравнивал с пудингом, по Резерфорду строение атома повторяло строение Солнечной системы.

Некоторое время эти теории выручали ученых.

Однако напор новых фактов требовал новых объяснений, новых теорий. Более совершенных, более полно отражающих новые наблюдения. Надо было отбросить старую теорию — пристанище, разрушить эти тюремные стены и найти новое прибежище ума — новую гипотезу. Именно так и поступил Дирак. Он высказал невероятную мысль: не потому ли мы не замечаем электронов с отрицательными массами, что их бесконечно много вокруг нас? Море, океан, весь мир состоит из странных частиц...

Странный ход рассуждения, правда? Но, с другой стороны, «глубоководная рыба наверняка не догадывается, что живет в воде».

Дирак предположил: то, что мы считаем пустым пространством, вакуумом, не обладающим никакими свойствами, на самом деле — бесчисленное множество электронов с отрицательными массами, целое море. Его так и прозвали «морем Дирака». Это предположение сразу снимало все труд-

ности математического характера. Но... начинались трудности физического понимания.

«Позвольте, — говорили физики, — только что мы с помощью Эйнштейна избавились от эфира, освободили пространство и крепко-накрепко увязали его с материей. И вдруг являетесь вы, сэр Поль Адриен Морис Дирак, и тащите нас опять в некое «вакуумное болото», весьма напоминающее пресловутый эфир!.. Нет уж, уважаемый сэр. Кроме остроумных теоретических выкладок, в которых мало кто что понимает, подавайте наглядный опыт. Подавайте эксперимент, который подтвердил бы вашу «сумасшедшую» идею. А не будет эксперимента — извините...»

Физики всегда очень осторожные люди и ничего не принимают «на веру». Вы и сами видели, сколько раз им приходилось бросаться из одной крайности в другую. А тут... Теория Дирака была чревата весьма многими последствиями. Если бы только отрицательная масса «вакуумного» электрона...

Продолжим наше сравнение с обычным морем. Чтобы глубоководной рыбе (предположим, что это очень умная рыба) догадаться, что ее окружает вода, нужно, чтобы как-то нарушился водный покой и единство.

К примеру, налейте в стакан воды из водопроводного крана. Налейте полно, до краев. Поставьте стакан на край стола и отойдите в сторону. Взгляните на него и определите, пуст стакан или наполнен. Вряд ли вам это удастся.

Теперь замените простую воду газированной. Многочисленные пузырьки газа сразу подскажут: стакан полон.

Что же может служить «пузырьками» в море Дирака? Если все море состоит из электронов с отрицательной массой, то места, где таких электронов нет, могут считаться нашими «пузырьками», или, как их называют физики, дырками. Что же должны представлять собой дырки?

Электрон обладает отрицательным электрическим зарядом и отрицательной массой. Значит, в дырке и то и другое должно быть положительным...

Получается, что дырка — не что иное, как новая элементарная частица, во всем схожая с настоящим электроном, только с положительным зарядом. Вот вам и первая неприятность. В 1928 году таких частиц не было обнаружено.

Но прошло всего четыре года. Американский физик Карл Андерсон, изучая космические лучи в камере Вильсона (вы,

конечно, помните этот прибор), неожиданно обнаружил след неизвестной частицы. Этот след ничем не отличался от следов электронов, только загибался в другую сторону. А ведь направление полета частицы определяется ее зарядом. Выходит, Карл Андерсон первым из людей поймал положительный электрон, предсказанный Дираком?

Так оно и оказалось. Частицу называли позитроном. Скоро обнаружилось, что встречаются позитроны не только в потоках космических лучей, но и в атомных реакторах. И все-таки они являются очень редкими гостями в нашей части вселенной.

При встрече позитрона и электрона обе эти частицы взаимно уничтожаются, рождая две световых порции — кванта. Примерно так, как если бы в пузырек, путешествующий в море со дна к поверхности, влетела бы капля. Щелк — и пузырек, и капля исчезнут, сольются с окружающей водой...

Шли годы. Развивалась промышленность. Люди научились строить мощные ускорители, разбивающие атомные ядра, и тончайшие приборы, улавливающие колебания вакуума. И теперь уже никого из физиков, даже студентов старших курсов, не удивляет то, что прямо из вакуума, из «ничего», так недавно считавшегося «пустотой», под действием самых маленьких порций — квантов — излучения рождаются частицы. Рождаются всегда парой — электрон с позитроном. Не удивляет никого и то, что эти частицы могут и исчезнуть без всякого преобразования в другие частицы. Одни только кванты — порции света или другого электромагнитного излучения — сопровождают эти поразительнейшие процессы.

Почти полвека прошло со дня рождения невероятного предположения английского ученого. Ныне Поль Адриен Морис Дирак — профессор Кембриджского университета, член Лондонского Королевского общества, иностранный член Академии наук СССР, лауреат Нобелевской премии.

И сегодня еще далеко не исчерпан смысл его гениальной «сумасшедшей идеи», высказанной в молодости.

Мысль Дирака интересна не только сама по себе. Мир, «пустота», вакуум снова оказались заполненными. Заполненными бесконечным количеством частиц, пусть странных (странность в словаре физиков тоже стала свойством невидимок), но вполне реальных, доказанных не только теоретически, но и экспериментально. Не возвращаемся ли мы к эфи-

ру, отвергнутому теорией относительности и забытому современной физикой? Этот «новый эфир», конечно, не имеет ничего общего с той упрямой механической средой, о которой в течение предыдущего столетия так много и жарко спорили.

Может быть, «новый эфир» в общих чертах повторит историю своего предшественника, какое-то время помогая человеку двигаться по восходящей дороге познания мира. И, может быть, наступит время, когда его также отбросят и на смену существующей картине мира придет новая, еще более сложная.

Эпилог

ЭПИЛОГ

Давно-давно, может быть тогда, когда люди еще и не задумывались над большинством вопросов,

затронутых в этой книге, родилась красивая легенда о чудо-птице, по имени Феникс.

Далеко, в самых жарких странах, среди высоких пальм живет эта удивительная птица с огненным оперением. Голосом, лучше которого нет на свете, каждый день поет она песни, славя в них Солнце. Проходят годы. Наступает старость. И тогда птица Феникс строит высокое гнездо из сухих веток. И поет так звонко, что даже Солнце не торопится опуститься за горизонт и уйти на ночной отдых.

Когда же гаснут последние лучи светила, ярким светом вспыхивает сухое гнездо. Гордо всходит на горящие ветви птица Феникс и, не переставая петь, сгорает дотла. Только горсточка пепла остается под холодным светом Луны.

Но восходит Солнце, и начинается новый день. И птица Феникс возрождается. Из серого пепла возрождается молодой, полной сил и еще более прекрасной, чем была.

Так рассказывает старая легенда...

А наше «ничего»? Разве не походит оно на сказочную птицу Феникс, много раз умирающую и воскресающую вновь в новом обликии, более ярком, более блестящем, все более близком к совершенству?

Что может знать слепая глубоководная рыба о Солнце? Расскажите ей о нем — она не поверит. Мы, люди, — придонные жители великого воздушного океана. И все-таки отсюда, со дна, силой разума своего поднялись за пределы привычной стихии. И вырвали у природы не одну из сокровенных тайн.

Не сразу, начиная с малого, пришлось распутывать клубок противоречий, выходя на дорогу знаний. Познать истину — не легкое и не простое дело. Вспомните, сколько раз возвращались люди к одним и тем же ошибкам, сколько раз уходили от них. Как великая спиральная дорога, вьется тропа знаний. И мысль человеческая движется по ней все выше и выше, возвращаясь к покинутым гипотезам, передумывая, переосмысливая их уже на совсем другом, более высоком уровне.

Бесконечна материя в своих проявлениях. И бесконечен путь мысли человеческой. До огромных высот поднялся разум в познании мира, разум человека — жителя Земли.

На Земле «пустота» — «ничего» — покорена и впряжена в повседневную работу. Самую разную и всегда полезную: в лаборатории и операционной, в фабричном цеху и на строительном участке, в конструкторском бюро и в кабине летчика или рубке радиста.

Люди даже не мыслят обходиться без разрежения. Вакуумная техника стала одним из краеугольных камней современной техники. Усилиями многих поколений ученых скромный опыт молодого итальянского ученого превратился в могучее орудие современной конструкторской и изобретательской мысли.

Наконец, успехи науки о «ничего» помогли людям оторваться от Земли и начать свои первые исследования внеземных пространств.

В июле 1975 года два космических корабля — советский «Союз-19» и американский «Аполлон» — при расстыковке создали искусственное «рукотворное» затмение. Корабль «Аполлон» отошел от «Союза» так, что загородил собой солнечный диск, и советские космонавты Леонов и Кубасов впер-

вые в истории человечества без всяких атмосферных помех смогли наблюдать корону Солнца и зафиксировать ее на пленку.

Наступает новая эра, и люди вступают уже в тот самый мир Великой Пустоты, о котором столько думали вдали от него. Вступают в чужой, чуждый мир, который скоро, скорее, чем многие думали, превратится в мир, такой же знакомый и привычный, как и воздушный океан. И кто знает, может быть, еще в течение жизни нашего поколения даже самые сложные теории о вакууме, о природе пространства пробегут путь от «безумной» идеи до колумбова яйца.

Выход человека за пределы атмосферы дает богатый урожай. Ведь если знания, добытые по крупинкам в труднейших условиях земных лабораторий, дали возможность построить величественные картины мира, то сколько интересных тайн откроют те, кто начнут изучать все виды проявлений материи в условиях «космической лаборатории» с ее идеальным вакуумом внеземного пространства.

Великие, замечательные открытия ждут человека.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть первая,

В КОТОРОЙ В ПОИСКАХ ПУСТОТЫ ЧИТАТЕЛЬ ЗНАКОМИТСЯ С УДИВИТЕЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ САМОГО ОБЫЧНОГО ВЕЩЕСТВА, УЗНАЕТ, ЧТО ТАКОЕ «НИЧЕГО», КАКИХ ТРУДОВ СТОИЛО ОТКРЫТЬ ЕГО И КАК ЭТО «НИЧЕГО» ВЛИЯЕТ НА ВСЕ ЖИВОЕ . . .	5
---	---

На пороге чуждого мира	7
Рыцарь пустоты	12
Из атомов и пустоты	14
А существует ли пустота?	17
Сомнение, впервые высказанное вслух	22
И простая истина требует доказательств	25
И вот доказательство!	27
Открытия рождаются и в пасмурную погоду	29
Размышления по поводу испорченной безделушки	32
Чудачества серьезного человека	37
Живому противопоказано	42
Новые опыты — новые размышления	45
От догадок к законам идеального газа	47
Первые жертвы	51
Кому дается титул «тигра снегов»?	54
Когда нарушаются законы давления	56
Разрежение не только существует, но и работает	58
Из стратосферы в глубины моря	60
Едва ли не самоубийство	62
Где начинается космос?	65
Зачем?	68

В КОТОРОЙ ВЫЯСНЯЕТСЯ, ЧТО ПУСТОТА ПУСТОТЕ РОЗНЬ, А ТАКЖЕ РАССКАЗЫВАЕТСЯ, ГДЕ И КАК ПУСТОТА РАБОТАЕТ НА ЧЕЛОВЕКА . . .	73
--	----

Разрежение — это еще не пустота	75
Когда воздух становится разреженным	78
Разрежение — сила	81
На службе здоровья	83
Необычный патент горного инженера	86
Разрежение — кондитер	88
Фотолюбители, внимание!	91
Разрежение разрушает	94
Разрежение строит и упрочняет	97
Секрет прочности стали	99
«Металл девяти девяток»	101
Когда на земле воздух — враг	104
Сварка на орбите	106
А виноват был насос	109
Разные представители одной семьи	111
Неудачи иногда приводят к успеху	118
Забастовка на заводе Форда	121
Главный «потребитель» разрежения	124
Жизненное пространство свободного электрона	126
Когда разрежение становится вакуумом?	129
Сенсация конца прошлого столетия	130
Окно в микромир	134
Вакуум и начало атомной эры	137
Загадки трубки Гейслера	140
От потока лучей к пудингу с изюмом	143
На штурм атома	146
Ловушка для невидимки	150
Сколько стоит «ничего»	154
Атом — вещество — поле	158

У колыбели новой науки	161
От Земли к космосу	164

Часть третья,

В КОТОРОЙ ЧИТАТЕЛЬ ВСТРЕЧАЕТСЯ
С НОВЫМ ПОНЯТИЕМ ПУСТОТЫ — ВАКУУМА,
ЯВЛЯЕТСЯ УЧАСТНИКОМ ВЕЛИКОГО СПОРА И
В КОНЦЕ КОНЦОВ

СТРОИТ МИР ПО НОВОМУ ОБРАЗЦУ . . .	167
------------------------------------	-----

Вакуум без пустоты	169
Начало великого спора	171
Спор разгорается	175
Поединок авторитетов	177
Когда факты не согласуются с теорией	180
Простой опыт рождает новую картину мира . .	185
Капризное детище науки	191
Неудача, которая ценнее тысячи открытий . . .	194
Силовое поле Вселенной	198
При всем разнообразии мир един	202
От метagalактики к микромиру	209
Еще одна «сумасшедшая» идея	213
Эпилог	218

ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Томилин Анатолий Николаевич
Теребинская Наталья Владимировна

ДЛЯ ЧЕГО НИЧЕГО?

Ответственный редактор *Ю. И. Смирнов*
Художественный редактор *А. В. Карпов*
Технический редактор *Т. С. Тихомирова*
Корректоры *К. Д. Немковская*
и *В. Г. Шишкина*

Сдано в набор 5/III 1975 г. Подписано к печати 5/IX 1975 г. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Печ. л. 14. Усл. печ. л. 13,02. Уч.-изд. л. 11,35. Тираж 100 000 экз. М36970. Заказ № 557. Цена 46 коп. Ленинградское отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства «Детская литература». Ленинград, 192187, наб. Кутузова, 6. Калининский полиграфкомбинат детской литературы имени 50-летия СССР. Росглаволиграфпрома Госкомиздата Советского Союза. Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.

Томилин А. Н., Теребинская Н. В.

Т56 Для чего ничего? Очерки. Изд. 2-е, доп. Рис. М. Беломлинского, Е. Войшвилло, Г. Ковенчука. Л., «Дет. лит.», 1975.

223 с. с ил.

Что такое пустота? Как может работать «ничего»? Чем заполнены радиолампы и ускорители частиц? Что разделяет планеты и звезды и что лежит между электронами и ядром атома?

Словом, из чего состоит мир?

На все эти вопросы и еще на многие другие ответит вам эта книга.

