

# ПРИРОДА



1929

ВОСЕМНАДЦАТЫЙ  
ГОД ИЗДАНИЯ

№ 10

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
КОМИССИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СОЮЗА

# СПРАВКИ ОБ ИЗДАНИЯХ КОМИССИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СССР

## В Ы Д А Ю Т С Я:

1) в Книжном складе Комиссии (об изданиях отпечатанных) ежедн. от 10 до 15 час.

2) в Научно-Издательском Отделе Комиссии (об изданиях, печатающихся, готовых и подготавливаемых к печати) ежедн. от 10 до 15 час.

АДРЕС КОМИССИИ и КНИЖНОГО СКЛАДА: Ленинград, 1, Тучкова наб., д. 2-а. Телефон № 132-94

АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОТДЕЛА и РЕДАКЦИИ „ПРИРОДА“: Ленинград, 1, Тифлисская ул., д. 1. Телефон № 408-53

## К сведению сотрудников „ПРИРОДЫ“.

- 1) Объем представляемых статей не должен превышать 30000 печатных знаков.
- 2) Рукописи должны быть четко переписаны на одной стороне листа; следует оставлять поля. Особенное внимание должно быть обращено на то, чтобы собственные имена, латинские названия и формулы были написаны четко. Рукописи должны быть совершенно готовы к печати.  
Редакция обращает внимание на то, что рукописи, переписанные на машинке или вообще переписанные не самим автором, должны быть перед сдачей в редакцию прочитаны и исправлены автором, ибо опыт показывает, что при переписке, как правило, допускаются грубые ошибки и искажения.  
Если к статье имеются рисунки, они должны быть приложены к рукописи с указанием мест их размещения.
- 3) Желательно, чтобы литературные ссылки приводились в конце статьи, в виде списка литературы. Во всяком случае, ссылки должны *делаться по следующей форме*:  
М. Планк. Физическая реальность световых квант. Природа, 1927, № 9, стр. 665.  
т.-е. инициалы, фамилия автора в разрядку, точка, название статьи без кавычек, точка, название журнала без кавычек, запятая, том римскими цифрами (без слова „том“), запятая, год (без слова „год“), запятая, страница, точка.
- 4) При рефератах обязательно должно быть указано, где помещена реферируемая статья.
- 5) Пересказы рефератов, помещенных в других органах, не принимаются.
- 6) Меры должны употребляться исключительно метрические. Сокращенные наименования делаются русскими буквами по схеме, принятой Государств. Издательством.
- 7) Следует по возможности избегать технических сокращений, особенно — понятных лишь узкому кругу лиц.
- 8) Фамилии иностранных авторов должны быть даны в русской транскрипции. В скобках может быть указано иностранное написание.
- 9) Фамилии авторов в тексте, а равно латинские названия животных и растений, набираются обычным шрифтом (не в разрядку и не курсивом), а потому в рукописи не выделяются никаким особым знаком.
- 10) В случае надобности, в рукописи могут быть сделаны редакцией сокращения и изменения.
- 11) По поводу принятых к печати рукописей редакция не вступает ни в какие объяснения.
- 12) Гонорар за статьи и заметки уплачивается тотчас по напечатании рукописи в размере 80 рублей за 40 тысяч печ. зн. (оригинальные статьи и заметки).
- 13) По желанию автора, ему может быть послана одна корректура. Корректурa должна быть отослана редакции на следующий день по получении ее. В корректуре допускаются только исправления типографских ошибок и изменения отдельных слов; никакие вставки не допускаются.
- 14) Адрес для рукописей и корректур: Ленинград 1, Тифлисская 1, „Природа“.

# ПРЖОД

популярный  
естественно-исторический журнал

основанный в 1912 г. и издававшийся

Н. К. Кольцовым, А. В. Писаржевским,  
Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферсманом.

№ 10

ГОД ИЗДАНИЯ ВОСЕМНАДЦАТЫЙ

1929

## СОДЕРЖАНИЕ

Н. И. Идельсон. Проблемы теоретической астрономии.

Н. В. Белов. Спектры атомов и молекул как средство определения химических постоянных соответственных веществ.

Проф. В. Я. Альтберг. Верхние слои атмосферы по новейшим данным.

Проф. К. А. Фляксбергер. Мутация и изомерия.

В. Е. Мурашкинский. Прототип метра и длина световой волны.

### НАУЧНЫЕ НОВОСТИ И ЗАМЕТКИ

Астрономия. От Гарвардской обсерватории.

Ботаника. Геоботанические исследования в Нижегородской губернии.

Биология. Эмбриональные черты в строении человека. Новые данные по биологии миног. Протоплазма как динамическое понятие.

Генетика. Генетическое и цитологическое доказательство транслокации.

География. Находка сапропеля (гиттин) на Кольском полуострове.

Научная хроника.

Рецензии.

Библиография.

Издательство Академии Наук СССР

Комиссия по изучению естественных производительных сил Союза (КЕПИС)

ЛЕНИНГРАД

1929

## Проблемы теоретической астрономии

Н. И. Идельсон

Какой отдел астрономии, этой науки, теперь уже бесконечно разнообразной и сближающей нас со строем всей вселенной, противопоставляется другим под названием „теоретического“? Это чисто условное название: теоретический аппарат, и притом довольно трудный и тяжелый, нужен сейчас во многих отраслях астрономической науки, — взять хотя бы все, что касается излучения, температур, внутреннего строения Солнца и звезд; но все это лежит вне того ядра, для которого сохраняется название теоретической астрономии: к его содержанию относится исключительно решение основной и классической проблемы — движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения. Солнце, планеты и кометы, планеты и их спутники, среди них самый нам близкий и важный — Луна, короче говоря, солнечная система, управляемая в своих движениях законом Ньютона, — вот основной объект теоретической астрономии. Великие французские математики ввели для нее еще и другой термин: небесная механика. Они гордо подчеркивали этим, что проблема небесных движений не требует для своего решения иных приемов, методов и принципов, чем те, которые применяются в обычной, земной, механике для решения задач на движение системы материальных точек и тел. В век рационализирующей философии они вкладывали в эти два слова программу целого мирозерцания: через Коперника, Галилея и Кеплера<sup>1</sup> шло постепенное разъяснение тайны планетных движений; Ньютон подчинил их простой формуле, подведя под ее действие такие, казалось бы, далекие явления, как медленное движение земной оси в пространстве и приливы океана — какой триумф человеческого ума! И какой-то особой торжественностью насыщены те страницы „Небесной механики“ Лапласа, в которых он с чудесным мастерством и ясностью излагает историю проблем —

всегда, чтобы показать, в каком виде он их застал и в каком их оставляет грядущим поколениям астрономов.

Но вот удивительное обстоятельство, которое обнаружилось в этих вопросах с первых же шагов. Закон Ньютона определяет величину ускорения, испытываемого одним телом под действием другого (оно прямо пропорционально массе притягивающего тела и обратно пропорционально квадрату расстояния между обоими телами). Этот закон был вскоре (Клеро, 1750) переведен на язык анализа, и были получены дифференциальные уравнения движения тел, подчиненных силам взаимного притяжения. Для двух тел (простейший случай) решение этой задачи, т. е. интегрирование уравнений движения, не представляет труда. Считая данными начальные условия движения (положения и скорости), мы можем выразить координаты обоих тел в функции времени и получаем представление о картине движения, годное на все времена. При этом мы можем относить движения планеты к Солнцу (относительные орбиты) или рассматривать орбиты обоих тел в их движении вокруг общего центра тяжести (так называемые абсолютные орбиты); но при всех условиях и каково бы ни было отношение масс обоих тел, характер движения, т. е. геометрический вид орбит, нам известен, и положение движущихся тел в их орбитах для всякого, сколь угодно далекого момента времени может быть найдено простым вычислением; при этом замечательно, что орбитами (как относительными, так и абсолютными) здесь являются конические сечения — эллипсы для планет и периодических комет, параболы для непериодических комет,<sup>1</sup> т. е. кривые, учение о которых разработано за 15 веков до Ньютона александрийскими математиками — обстоятельство, в котором Ф. Клейн видел подтверждение того, что абстрактные теории, разрабатываемые только из вну-

<sup>1</sup> В ноябре 1930 г. истекает 300 лет со дня смерти этого великого гения.

<sup>1</sup> Наличие ясно выраженных гиперболических кометных орбит является сомнительной.

тренней необходимости математического творчества, со временем неизбежно найдут применение в конкретных задачах физико-механического естествознания.

Но оставим задачу двух тел, решенную до конца, и обратимся к действительной проблеме небесной механики: для этого нам достаточно взять случай трех тел и принять во внимание, что каждое из них в своем движении испытывает притяжение обоих других; и этот переход, казалось бы фактически столь простой и естественный, математически переносит нас в круг совершенно других понятий и идей: задача трех тел не допускает простого решения, хоть сколь угодно аналогичного решению задачи двух тел; мы не знаем таких функций времени, которыми могли бы выражаться координаты трех тел, и мы не можем представить себе, как из данных начальных условий развивается картина всего последующего движения, по каким орбитам должно происходить движение трех тел. Что задача трех тел, в общем случае, не может иметь столь простого решения — это особая теорема, вытекающая из некоторых предположений, доказанных А. Пуанкаре.

Каковы же те главные пути небесной механики, по которым шло ее развитие при этом особенном положении вещей?

В сущности, основных путей у нас три. Первый путь указан творцами небесной механики, Лагранжем и Лапласом. В его основе лежит главная особенность устройства солнечной системы: массы всех планет чрезвычайно малы по сравнению с массой Солнца, так, напр., масса самой крупной из них, Юпитера, в 1000 раз меньше массы Солнца; масса Земли и приблизительно равная ей масса Венеры около  $\frac{1}{330000}$  массы Солнца и т. д. Следовательно, притяжение, которое каждая из планет испытывает от Солнца, существенно превосходит то притяжение, с которым действуют на нее все остальные планеты; мы говорим, что все они вносят только возмущения в то правильное движение, которое осуществлялось бы в том случае, если бы планета была одна и двигалась исключительно под действием притяжения Солнца. Ограничиваясь только главными частями этих возмущений, Лагранж и Лаплас приближенно решают планетную задачу, давая возможность составить таблицы движения планет на ближайшие столетия вперед и назад. Таким образом, это в известной степени наше

домашнее решение: оно не имело бы никакого смысла, если бы мы жили не в мире планет, миниатюрных по сравнению с Солнцем, а в системе небесных тел, приблизительно одинаковых масс (кстати: по современной космогонии, звезда, окруженная свитой планет, является, вообще, скорее исключением в звездной небесной механике знает свои великие триумфы (Леверрье: открытие Нептуна); она дает нам возможность точного предвычисления положений Солнца, планет и Луны, следовательно предвычисления затмений — тот вид астрономической работы, который всегда так поражает широкие круги. Однако, читатель запомнит, что все это исходит из приближенного решения задачи трех тел. Но если он спросит: как действуют эти возмущения в целом, как кумулируется их влияние за многие миллиарды лет, какие изменения претерпевают на таких интервалах планетные орбиты, сохраняет ли система в целом динамическую устойчивость, или, наоборот, не содержит ли она элементов, которые могут нарушить ее современный строй? — то он поставит теоретику такие вопросы, на которые тот не сможет дать ответа; мало того, сверх очевидного *ignotum*, он, вероятно, как некогда Дюбуа-Реймон, скажет и здесь: *ignotum*. Таков первый путь.

На втором пути мы отказываемся вообще от общего решения и держимся вдали от всяких проблем. Уравнения движения дают на каждый момент времени ускорения координат, т. е. изменения их скорости за два смежных бесконечно малых промежутка времени. Эти бесконечно малые интервалы (которые вводит дифференциальное исчисление) нужны именно для того, чтобы иметь возможность говорить об ускорении в данный момент, т. е. в то особенное нечто, через которое будущее переливается в прошедшее. Но вычислитель может поступать и менее строго: он растягивает оба бесконечно малых интервала в равные промежутки очень осязаемой длины (40 или 80 дней, смотря по скорости движения планеты в орбите); применяя ньютоновский закон ускорений, он может из каждого двух положений, с большей или меньшей степенью точности, найти третье, отделенное от второго таким же 40-или 80-дневным промежутком; опираясь на второе и третье и вычислив ускорение для третьего момента, он найдет четвертое.

Этот метод, технически называемый методом численного интегрирования, нашел, особенно за последние годы, огромное поле применения на практике. Дело в том, что ньютоновы уравнения планетного движения, столь сурово скрывающие от нас общее решение задачи трех тел (и, тем более, многих тел), оказываются особенно удобными для только что описанного численного определения последовательных значений координат небесных тел; и нужно помнить, что когда приходится решать задачу движения трех тел произвольных масс (напр., движений в системе трех звезд), то иного пути перед нами вообще нет. Но с системами тройных звезд астроном-вычислитель почти никогда не имеет дела: достаточно забот приносят ему планеты, и даже не большие, а именно малые планеты, астероиды, которые в числе около 1060 „засоряют“ пространство между орбитами Марса и Юпитера. Теперь для очень немногих из них составлены таблицы движения, по которым, учитывая возмущающее действие Юпитера и Сатурна, мы можем непосредственно вычислить положение астероида для любого момента, хотя бы на 150—200 лет вперед; для остальных мы ведем (под этим словом „мы“ я подразумеваю Астрономический институт в Ленинграде и Вычислительный институт в Берлине) приближенные вычисления: либо вовсе не учитываем действия на астероид даже и главного „возмутителя“ в солнечной системе — Юпитера (тогда это тривиальная задача двух тел), или же учитываем его возмущающее действие одним из процессов численного интегрирования, идя последовательно через интервалы в 40 или 80 дней. (При этом важно заметить, что масса малой планеты полагается равной нулю, так что на движение Юпитера она не может оказывать какого-либо действия). Все эти длительные и тягостные вычисления ведутся потому, что они нужны, ибо малые планеты наблюдаются на обсерваториях визуально или — по большей части — фотографически; без точно предвычисленных положений малых планет, уже известных, не было бы возможности следить за старыми, а тем более открывать новые; отказаться же от этой задачи совершенно нельзя, ибо мы, конечно, не знаем, не найдется ли среди новых объектов этого рода таких, которые окажутся наиболее интересными по расположению и размерам орбит (откры-

тия таких объектов с исключительными орбитами имели место именно в последние годы). Заметим еще, что движения периодических комет вычисляются всегда по тому же способу, от момента к моменту, т. е. методом численного интегрирования, или так называемых механических квадратур. Все это и составляет нашу маленькую небесную механику на каждый день. Но читатель-неспециалист с трудом отдаст себе отчет в том, сколько в эти вычислительные методы внесено остроумия и своеобразной тонкости,—все для возможности экономизировать численную работу, громадную по объему, почти всегда тождественную в ее основных линиях и вознаграждающую вычислителя только совпадением предвычисленного им положения кометы или малой планеты с тем, в котором она будет обнаружена на обсерваториях астрономами-наблюдателями. Таков второй путь. Существенно более быстрый и более удобный, чем первый, он еще меньше, чем тот, может обнаружить нам общие свойства движений в задаче трех тел; ибо, идя по первому пути, мы можем построить орбиту на несколько сот лет вперед или назад; идя вторым путем, мы не имеем перед собой ничего и каждый раз как бы „открываем“ следующее положение малой планеты или кометы, через 40 или 80 дней.

Но неужели мы должны отказаться от более общего решения задачи трех тел и навсегда остаться в полном неведении относительно типов движений и возможных орбит? По счастью, это не так или не совсем так; для некоторых конкретных частных случаев мы владеем решением вполне, и с ним мы вступаем на третий путь. К нему относятся, в первую очередь, знаменитые исследования А. Пуанкаре о так называемых периодических орбитах в задаче трех тел. Вот в чем заключается здесь суть дела: допустим, что вокруг Солнца в одной плоскости движутся два астероида массы нуль; они не вызывают взаимных возмущений, движение каждого из них совершается по эллипсу, с определенным периодом для каждого из них. Допустим теперь, что периоды эти соизмеримы, так что через некоторое число полных оборотов первого пройдет определенное число полных оборотов второго (напр., если периоды  $T_1$  и  $T_2$  относятся как несократимые целые числа  $p$  и  $q$ , то  $qT_1 = pT_2$ ); за время этих оборотов внутренний астероид (у которого обо-

рот будет быстрее) по необходимости некоторое число раз обгонит другой; в момент каждого такого соединения оба они будут лежать на одной прямой с Солнцем; промежуток между такими положениями, или время схождения в отношении Солнца, носит название синодического оборота системы; через каждый синодический оборот прямая, соединяющая оба астероида, будет поворачиваться на определенный угол, и в течение любого такого периода система будет проходить через ряд совершенно тождественных конфигураций; ее движение будет периодическим, с периодом, равным упомянутому синодическому обороту. Допустим теперь, что масса одного из астероидов имеет значение, отличное от нуля, но, во всяком случае, очень малое по сравнению с массой Солнца (случай Юпитера). Она будет действовать тогда возмущающим образом на правильное движение второго астероида, и мы получаем задачу трех тел со всеми ее осложнениями. Но Пуанкаре удалось показать, что и в этом случае движение может остаться периодическим, с тем же самым периодом, который имела невозмущенная система; все это должно произойти при наличии вполне определенных условий относительно исходных эксцентриситетов обоих эллипсов, расположения их больших полуосей и начального расположения планет в эллипсах. Формулировать эти условия более точно (равно как и говорить о других типах периодических решений, найденных А. Пуанкаре) здесь нет надобности. Важно, что ими впервые с полной строгостью была доказана возможность определенного типа движений в задаче трех тел: нужно помнить, что периодичность каждого такого типа делает его нам известным на все времена. Это была, как говорил сам А. Пуанкаре, первая брешь в крепости, считавшейся неприступной.

Правда, условия осуществления такого движения (и прежде всего условие соизмеримости времен оборотов) настолько исключительны, что ждать их полного осуществления в планетном мире было бы бесконечно мало вероятно. Но, несмотря на это и невзирая на всю их кажущуюся абстрактность, периодические решения все же допускают важные применения к реальной задаче трех тел. Смысл теорий А. Пуанкаре состоит именно в создании решений, которые служили бы базой для изучения близких к ним движений в планетной

системе, и притом так, чтобы отвлеченное и простое периодическое решение вбирало в себя самые характерные свойства данного реального движения и, главное, чтобы оно как-бы отражало на себе все те большие возмущения, которые так трудно поддаются вычислению, если считать, что первичное, невозмущенное движение происходит по обычному эллипсу. Иными словами, это периодическое решение, с орбитой довольно далекой от эллиптической, в некоторых случаях может оказаться ближе к действительному движению, чем тот эллипс, который получается при решении задачи двух тел. Классический пример этому дает теория движения Луны. Уже отсюда видно, что периодические решения в небесной механике — не музейный объект. Но они оказались плодотворными и в решении некоторых общих вопросов, которые ставит теоретику солнечная система в целом, и прежде всего в проблеме распределения малых планет.

Орбиты астероидов, как уже сказано, лежат в поясе между орбитами Марса и Юпитера; размеры каждой из них определяются периодом ее обращения вблизи Солнца (период обращения Марса есть 1.881 года, Юпитера 11.862 года; между этими пределами лежат периоды оборотов малых планет); но установлено, что орбиты астероидов не заполняют этой области сплошь, а оставляют внутри ее некоторые, более или менее резко выраженные пустоты, именно, выпадают те орбиты, период оборота которых находится в соизмеримом отношении с оборотом Юпитера; в частности, мы почти не знаем малых планет, период оборота которых составлял бы  $\frac{1}{2}$  периода оборота Юпитера (5.931 года), знаем очень мало малых планет, у которых обороты составляют  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{5}$  или  $\frac{3}{7}$  оборота Юпитера. В чем причина этих пустот? Такова тема, на которую было обращено внимание около 60 лет тому назад, но перед которой классическая небесная механика оказалась бессильной; в своих приближенных решениях, годных только на ограниченные отрезки времени, она не могла указать достаточно сильных вековых (т. е. действующих всегда в одну сторону) возмущений, которые на протяжении космических периодов могли бы вывести малые планеты из „зоны соизмеримости“ с Юпитером. К этим вопросам новая небесная механика подошла со стороны теории периодических решений, и за последние

годы Вилькенсу (Wilkens), Клозе (Klose) и др. удалось получить здесь очень важные результаты. Так, напр., если взять малые планеты с периодом около 4 лет (соизмеримость  $\frac{1}{3}$  по отношению к Юпитеру), то оказывается, что те 6 астероидов, периоды которых лежат наиболее близко к критическому периоду в 3.954 года, как-раз движутся по орбитам, которые по своим характеристикам родственны орбитам А. Пуанкаре; таким образом, движение в этих орбитах оказалось устойчивым, ибо оно удержалось в них за те неизмеримые эпохи, которые отделяют нас от „появления“ малых планет. Очевидно, что планеты с тем же критическим периодом, но у которых эксцентриситеты орбит и их расположение не соответствовали условиям периодического решения, не могли сохранить своего первичного движения; период его, а следовательно, и размер орбит изменились существенно по сравнению с критическими; и, таким образом, в этой зоне соизмеримости могла образоваться пустота.

Такова, в основных чертах, проблема распределения малых планет; внутри ее имеется еще одна любопытная тема, именно, вопрос о движении особой группы малых планет, в которой вообще их имеется шесть (все они открыты с 1906 по 1918 г. и получили имена героев Троянской войны: Ахиллес, Гектор..., откуда общее название этой группы — Троянцы). Период оборота Троянцев вокруг Солнца, в среднем, равен обороту Юпитера; значит, размеры их орбит должны совпадать с размером орбиты Юпитера; следовательно, если бы Троянцев было достаточно много, мы имели бы право ждать, что они разбросаны более или менее равномерно по всей орбите Юпитера. На самом деле, вся эта орбита от них чиста, и известные нам шесть астероидов этой группы всегда располагаются около двух (подвижных, конечно) точек; эти точки представляют собой третью вершину равносильного треугольника, основанием которого служит прямая, соединяющая Солнце с Юпитером (таким образом, одна из этих точек предшествует Юпитеру в направлении его движения, другая следует за ним). Но уже со времени Лагранжа и Лапласа нам известно замечательное свойство этих двух точек: всякое тело, помещенное в них и подверженное действию притяжения Солнца и Юпитера при определенных начальных условиях

движения может навсегда остаться в них продолжая свое движение как бы в состоянии относительного равновесия в движущейся системе; таким образом, возможен такой случай движения системы трех тел (Солнце, Юпитер, астероид), когда они образуют равносильный треугольник. Следовательно, если бы Троянцев было только два, по одному в каждой из обеих замечательных точек, мы приветствовали бы в них осуществление того типа движения, возможность которого была установлена еще самими создателями небесной механики. Но Троянцев не два, а шесть, и они находятся всегда не в самых этих точках, а в некоторых постоянно колеблющихся расстояниях от них. Как возможна устойчивость таких колебаний и подобных движений вообще? Почему третье тело, помещенное вблизи указанных точек, все-таки в течение миллиардов лет движения не ушло из этой области совершенно, а продолжает колебаться вокруг них? В этом очень трудном вопросе мы только за последние годы, благодаря работам Броуна (E. Brown), несколько продвинулись вперед.

Но сейчас для нас дело не в этой частной проблеме, а в общей характеристике того направления, которое я назвал небесной механикой на ее третьем пути: здесь ее задача не столько в том, чтобы до конца овладеть движением данного единичного тела, данной планеты, кометы или спутника, сколько в исследовании возможностей определенных типов движений в планетной системе вообще. Мы констатируем, напр., наличие пустот в кольце малых планет; видим, что Троянцы удержались только в определенных конфигурациях в системе Юпитер-Солнце; почему же одни движения сохранились, другие оказались невозможными и как бы вымерли в течение веков? Вот общая постановка вопроса, которая, несмотря на всю сложность математического аппарата, сближает небесную механику с естественными науками в самом широком смысле этого слова, ставя ей задачу закономерного обоснования существующих типов планетных движений вообще.

На формулировке этой задачи которая дает особенно глубокие результаты в изучении движений в системах спутников, можно было бы и закончить этот, по необходимости, беглый реферат, — если из проблем теоретической астрономии иметь в виду те и только те,

которые в первую очередь интересуют астронома. Но задача трех тел, в ее самой общей трактовке, как проблема интегрирования системы дифференциальных уравнений, отличающихся своеобразными особенностями, всегда являлась предметом чисто математических исследований. И вот, для математика чрезвычайно интересен сдвиг, который произошел в этой области, начиная приблизительно с 1906 г. Сущность этого нового направления сделается, может быть, несколько более понятной, если я представлю его, в известном смысле, как парадокс. Уже отмечено, что в нормальном, общем случае у нас нет решения задачи трех тел, т. е. нет способов предсказать положения трех тел для любого, произвольно далекого момента времени. Но возьмем теперь „патологический“ случай движения трех тел; допустим, что начальные условия движения таковы, что в системе могут произойти столкновения этих тел (двух или всех трех вместе). Для астронома, который за уравнениями движения хочет все-таки ощущать реальность движущихся тел, такое соударение означало бы катастрофу планет и разлом миров; но для математика соударение двух или трех материальных точек есть только безобидная абстракция физического явления, и для него в словах: „продолжение движения после удара“ не заключается ничего нереального. И вот оказывается, что если допустить возможность наиболее общих движений с соударениями, то можно представить координаты всех трех тел определенными математическими выражениями (рядами), действующими независимо от каких бы то ни было соударений и притом годными на все времена (т. е. рядами, сходящимися для всех значений времени  $t$ ). Таким образом,

сразу достигаются два результата: первый — возможность математически продолжать движение трех тел после их соударений и второй — дать в этом случае математические формулы, характеризующие данное движение на все времена. Этот замечательный результат, носящий техническое название „регуляризации задачи трех тел“, дан в 1913 г. финским математиком Сундманом (Sundmann); вероятно, в нем заключается наибольший прогресс, который только сделан в задаче трех тел со времени постановки ее Ньютоном и Клеро. Но парадокс этого результата в том, что, если взять нормальный тип движения в задаче трех тел, оставляя совершенно в стороне вопрос о соударениях и о самой их возможности, то математик не в силах дать решения нашей проблемы; если же он останавливает свое внимание именно на этих соударениях и исходит из заведомо „патологического“ случая, то такое решение он нам может дать. Иными словами, для того, чтобы решить задачу, математик должен придать ей ту общность и полноту, в которой она становится уже слишком общей для астронома. Формулы Сундмана таковы, что мы по ним даже не видим, напр., когда в движении данной системы может или должен наступить удар, ибо в окончательных формулах от этих особенных моментов в истории ее движения, благодаря регуляризации, пропал и самый след. Таким образом, только в довольно условном смысле можно говорить, что задача трех тел „решена“ Сундманом. Во всяком случае, астрономически, результат его еще совершенно не использован; но, как всегда в таких случаях, мы вправе допустить, что когда-нибудь, вещь неизвестной нам модификации, он окажет свое влияние на теории планетных орбит.

## Спектры атомов и молекул как средство определения химических постоянных соответственных веществ

Н. В. Белов

В пользующемся заслуженным авторитетом у химиков сборнике физических и химических констант, немецком химическом календаре *Chemiker Kalender*, в нынешнем году появился новый отдел „Теплота образования газовых моле-

кул на основании спектроскопических данных“. В соответственной таблице, приведенной ниже, даются теплоты образования из отдельных атомов молекул таких обычных газов, как азот, кислород, водород и др., с точностью, не уступаю-

щей, а в большинстве случаев превышающей точность других известных термодинамических величин.

Химику давно было известно, что, например, молекулярный азот является одним из наиболее прочных, если и не самым прочным химическим соединением. В самом деле, хорошо известно, какую необычайно подвижностью отличается атом азота во всех своих соединениях: кислоты азотная, азотистая, каждая по меньшей мере в двух таутомерных формах, и далее по пути к аммиаку целый ряд промежуточных соединений, в особенности в виде органических замещенных азо-, гидразо-, диазо- и т. д. соединений. Все эти соединения чрезвычайно легко переходят друг в друга как в сторону более богатых кислородом соединений, так и обратно. Но стоит только из какого-либо из этих соединений выделить элементарному азоту  $N_2$ , чтобы бурно пульсирующий цикл сразу оборвался. Из молекулярного азота вернуться к „связанному“ — задача крайне трудная, удивительной и все же нелегкому разрешению которой пришлось посвятить не один десяток лет химической работы. И, наоборот, все современные взрывчатые вещества имеют одним из конечных продуктов молекулу азота.

Что теплота образования  $N_2$  очень велика, известно было, таким образом, давно, но выразить соответствующую величину числом было невозможно. Для аналогично построенных молекул  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  это сделать удалось, благодаря легко происходящей диссоциации последних, простым термодинамическим пересчетом соответствующих величин. Совсем недавно (и таким именно путем) это удалось сделать и в отношении водорода, благодаря совершенно исключительным по тонкости физической и химической техники работам сперва Нернста, но главным образом Лангмюира, но все же с ошибкою до 100% определяемой величины. Для  $N_2$  и  $O_2$ , однако, все прежние физико-химические методы оказались ненадежными, и неожиданное разрешение вопроса пришло из спектроскопии в связи с новейшей теорией атома. Два вопроса могут быть поставлены здесь: один указанный, — о величинах энергии образования этих газовых молекул; другой — о причине столь прочного соединения двух неполярных и, казалось бы, взаимно отталкивающихся атомов. Если для решения второго вопроса понадобилось все могущество аппарата современной волно-

вой механики, — на чем, а также и на других чрезвычайно важных для химика выводах, к которым уже пришла волновая механика, мы предполагаем остановиться отдельно, — то первая задача, по существу, представляет лишь дальнейшее развитие основ теории Бора в той наиболее простой и привлекательной форме, которую она имела еще при зарождении своем в 1913 году.

Первым по времени и наиболее известным применением спектроскопии для решения химических вопросов является спектральный анализ, основы коего были заложены классическими работами Бунзена и Кирхгофа (1865). Всем более или менее известно, как чрезвычайно чувствителен этот метод в некоторых случаях. Общеизвестно также, что спектральный анализ является единственным методом, который можно распространить на отдаленные предметы, недоступные нашим осязательным органам: только путем спектрального анализа стало возможным судить о химическом составе солнца и прочих небесных тел. Но, несмотря на эти поразительные и несравненные преимущества, все же до последнего времени для чисто химического „земного“ исследования спектральный анализ имел сравнительно ограниченное значение, чему главной причиной было обстоятельство, что спектральный анализ был слишком чисто экспериментальной наукою. Чисто опытно известные спектральные линии и полосы закреплялись за определенными атомами, молекулами и радикалами, и затем, наоборот, из наблюдаемых спектроскопических образов делалось заключение о наличии соответствующих элементов и их соединений. Но очень скоро было установлено, что почти никогда нельзя сделать обратно противоположного заключения, именно, из отсутствия определенных линий и полос делать вывод об отсутствии соответствующих им атомов и частиц. Невозможно было установить законов изменения интенсивности спектральных линий в спектре смеси, и тем более по интенсивности линии очень редко можно было судить об относительных количествах компонента. Эта интенсивность всегда зависит от состава анализируемой смеси вообще, затем от условий „возбуждения“, но, главное, законы этой зависимости различны для разных линий одного и того же элемента. И покуда не было создано удовлетворительного представления о механизме возникнове-

ния спектральных линий и, соответственно, возможности разобраться в слишком многочисленных деталях с одной общей точки зрения, приходилось, как то имеет место и по сей час в чисто практической аналитической лаборатории, ограничиваться применением спектрального анализа для немногих простейших, почти „наглядных“ случаев.

Примером того, к каким неправильным заключениям могло привести чисто эмпирическое применение спектрального анализа, является господствовавшее в науке еще 10 лет назад представление о химической эволюции звезд. Поскольку самые горячие звезды и космические туманности в своих спектрах показывали, кроме линий водорода и гелия, лишь линии, никогда в земных условиях не наблюдавшиеся, делалось заключение, что эти небесные тела и состоят исключительно из водорода, гелия и нескольких неизвестных на земле элементов: „астерия“, „небулия“, „архония“, „корония“. Блестящими работами последних лет (см. статью В. Я. Альтберга в „Природе“, 1928, № 9, стр. 775) установлено, что указанная структура спектров горячих звезд и туманностей вовсе не доказывает отсутствия там более тяжелых элементов. Структура эта является лишь следствием особых условий возбуждения, царящих там, в особенности же высоких температур и низких давлений. Эти заключения, первостепенной важности как для космической физики, так и для общей теории материи, могли быть сделаны исключительно благодаря современной теории спектров.

Начиная с основных работ Бора, происходило и в основных чертах завершилось превращение прежнего эмпирического спектрального анализа в современную теорию спектров, которая в области химии, прежде всего, обещает поставить первый на новые и солидные основы, но главное — из спектров элементов и их соединений сделать новые и исключительной важности заключения о природе химической связи вообще и свойствах молекул в частности.

### Система термов

В основе всей современной спектроскопии лежит представление о системе термов, основывающееся на двух фундаментальных положениях.

1) Каждый атом и каждая молекула могут обладать не любым количеством

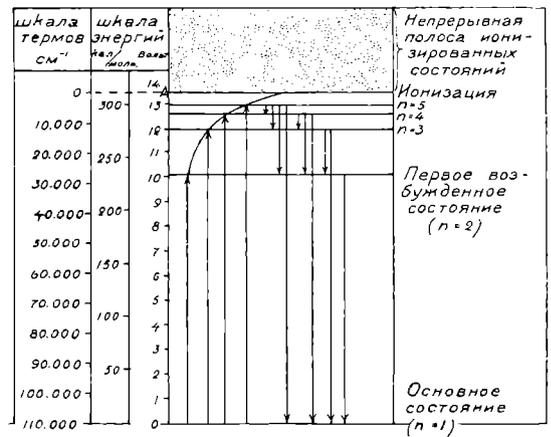
энергии, а лишь определенными порциями последней, так что совокупность возможных энергетических состояний атома или молекулы составляет прерывный (дискретный) ряд, отвечающий ограниченному числу комбинаций целых чисел (условие квантов).

2) При переходе атома (или молекулы) из состояния с энергией  $E_1$  в состояние с энергией  $E_2$  испускается монохроматическое излучение с частотой  $\nu$ , которая определяется Боровским условием частот:

$$(1) \quad h\nu = E_1 - E_2,$$

где  $h$  есть Планковская постоянная, „элементарное количество действия“.

Из первого положения следует, что для каждого атома (и каждой молекулы)



Фиг. 1.

можно построить систему энергетических уровней, в которой каждое возможное состояние атома будет характеризоваться соответствующей энергией. Наиболее просто такая система изобразится графически, если каждый энергетический уровень символизировать горизонтальной линией, которая проводится на соответственной высоте над некоторым „нулевым“ уровнем. Выбор последнего, вообще говоря, произволен, так как обычно энергию мы определяем по разности, т. е. с некоторою аддитивною константою. Проще всего, конечно, за такой нулевой уровень принять энергию нормального невозбужденного атома. Фиг. 1 дает такую систему энергетических уровней для простейшего примера — водородного атома.

Из второго положения следует, что все спектральные линии атома (и молекулы) могут быть представлены как разности двух энергетических уровней: исходного и конечного. Графически, сле-

довательно, каждая спектральная линия изобразится вертикальной стрелкою, связывающей начальный уровень с конечным, причем длина такой стрелки, согласно (1), будет пропорциональна частоте (числу колебаний) соответствующей линии. Для абсорбционных линий стрелка направлена снизу вверх (левая часть фиг. 1), для линий испускания (эмиссионных) она направлена сверху вниз (правая часть фиг. 1). Более длинные стрелки отвечают линиям с короткою длиною волны (ультрафиолетовые, фиолетовые), короткие же стрелки, наоборот, отвечают линиям с большою длиною волны (красные и инфракрасные).

Боровская зависимость между энергиями и частотами позволяет обе эти величины выразить в одинаковых единицах. И вот значения уровней различных энергетических состояний атома, выраженные в соответствующих частотах, и представляют собою то, что в современной спектроскопии называют системой термов данного атома (или молекулы). Но нужно помнить, что физического различия между обеими системами нет и фиг. 1 одинаково изображает как систему термов водорода, так и его систему энергетических уровней, для чего нужно только снабдить ось ординат двумя шкалами. Кроме того, в системе термов из некоторых удобств, правильнее из исторических причин, нуль переносится выше, что, конечно, физически никакого значения не должно иметь.

Разность энергий в спектроскопии выражают обычно в вольтах; это вообще очень принятый в электронной физике метод выражения энергии. Под энергией в 1 вольт при этом разумеют ту энергию, которую приобретет первоначально покоящийся электрон, пробежавши в электрическом поле между двух точек с разностью потенциалов в 1 вольт. Частоты же или числа колебаний задаются обычно не для 1 секунды, а в виде так называемых волновых чисел, показывающих, сколько длин волн укладывается в 1 см; таким образом, эта величина от обычно принимавшегося ранее числа колебаний в 1 секунду будет отличаться множителем  $1/c$ , где  $c$ —скорость света ( $\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c}$ ). Размерность величины, как нетрудно видеть, будет  $\text{см}^{-1}$ . Соответственно и ординаты фиг. 1 даны как в вольтах, так и в  $\text{см}^{-1}$ . Химику, который привык выражать энергию в калориях, придется сделать пересчет; вводя при этом

число Авогадро, он получит все величины в калориях на грамм-молекулу, т. е. каждый уровень фиг. 1 даст ему то, что он привык называть тепловым эффектом соответствующей реакции, в данном случае перехода 1 грамм-молекулы из нормального в возбужденное состояние или обратно. Результаты пересчета могут быть выражены таким несколько условным равенством:

$$1 \text{ вольт} = 8110 \text{ см}^{-1} = 23,0 \text{ калории/моль.}$$

Система горизонтальных линий фиг. 1 изображает таким образом совокупность наших сведений о возможных состояниях атома; система стрелок, направленных кверху—совокупность наших сведений об абсорбционных спектрах, направленных книзу—об эмиссионных спектрах.

Подобные системы термов дают такую наглядную и независимую от каких-либо специальных гипотез о внутреннем строении атома картину всех возможных состояний последнего и переходов между ними, что они стали неопределимым средством в спектроскопии. Во всех современных справочниках спектральные данные излагаются при помощи именно этих понятий. Задачей настоящей статьи будет показать, какие первостепенной важности заключения могут быть выведены химиком из подобных диаграмм по вопросу о свойствах самых обычных объектов его исследования.

Еще раз подчеркивая, что система термов есть изложение совокупности эмпирических фактов даже и во времени, существовавшем теории Бора („комбинаторный принцип“ Ритца, 1908), мы все же будем в дальнейшем пользоваться терминами последней, как чрезвычайно удобными и вкоренившимися в современную науку.

Переходя к вычислению тепловых величин из спектроскопических данных, мы сначала остановимся на простейшем случае.

#### Расчет теплоты ионизации из атомного спектра

Спектр свободного (не связанного в молекулу) атома представляет собой ряд отдельных линий, ширина которых ничтожна в сравнении с расстояниями между ними (линейчатый спектр). Составляя систему термов всякого атома, мы получим диаграмму, в существенных чертах аналогичную изображенной на фиг. 1 системе водородного атома,

но, конечно, сложнее. Рассматривая фиг. 1, мы видим, что линии термов представляют собою ряд, члены которого в закономерной последовательности сближаются все теснее, подходя к некоторому „предельному“ терму  $A$ . Простота и преимущества водородного спектра в том, что такой ряд у него только один, тогда как у других атомов таких систем термов несколько, — у неона, например, их 26; но и в случае сложных атомов все такие системы „стремятся“ к одному и тому же общему для всех систем предельному терму, т. е., независимо от способов возбуждения атома, усиление интенсивности возбуждения ведет хотя и разными путями, но к одному и тому же конечному состоянию.

На языке модели Бора такая структура системы термов прочтется так. Атом представляет собою положительное ядро, вокруг которого, подобно планетам вокруг солнца, вращается ряд электронов, связанных с ядром неодинаково прочно. При возбуждении один электрон, обыкновенно наименее прочно связанный, забрасывается на более удаленную орбиту („светящийся“ электрон), остальная часть атома („остов“) остается более или менее неизменной. Возможные „возбужденные“ орбиты светящегося электрона образуют прерывный, дискретный ряд, именно такой, что получающиеся в результате возбуждения значения энергии всего атома составляют дискретный ряд, являющийся функцией натурального ряда целых чисел 1, 2, 3... Функция эта в первом приближении изображается формулой:

$$E_n = A - \frac{B}{n^2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots).$$

Нетрудно видеть, что с возрастанием  $n$  разность значений энергии, вычисленных по этой формуле для двух последовательных состояний атома, становится все меньше и меньше, и с приближением  $n$  к  $\infty$  возможные атомные состояния группируются все теснее у „предела“  $A$ , как то и дано на диаграмме фиг. 1, дающей экспериментально получаемую систему термов. Верхний предел системы термов получает таким образом в модели следующее значение: он отвечает „бесконечному возбуждению“, т. е. полному отделению электрона от вначале нейтрального атома, причем предполагается, что структура остатка не изменяется сколько-нибудь значительно. Такое состояние в физике и химии давно уже обозначается термином „ионизация“, и

тогда верхний предел системы термов должен дать прямо энергию, необходимую для процесса ионизации, или, как то привык обозначать химик, теплоту диссоциации. Так как каждый атом, кроме водорода и гелия, содержит электроны с различной прочностью связи, то, вообще говоря, и независимых систем термов с различными пределами должно быть несколько, но в обычном, так называемом „дуговом“ спектре, как показывает опыт, с этим считаться не приходится, т. е. мы здесь имеем дело только с одним, очевидно наименее прочно связанным электроном.

Таким образом, подробный анализ дуговых спектров различных элементов приводит нас к соответственной энергии ионизации, т. е., переходя на калории, к тому, что химик привык обозначать теплотой диссоциации. Поскольку практически невозможно пройти сколько-нибудь далеко в определении термов, бесконечно нагромождающихся у верхнего предела, ограничиваются сравнительно небольшим числом термов, начиная с наименьшего, и затем по правилам математики экстраполируют к предельному значению, отвечающему  $n = \infty$ , либо прямо прочерчиванием соответственной кривой, либо с помощью формулы. Результат, конечно, тем точнее, чем больше число установленных термов, но обычно достаточно уже первых 10 членов ряда, чтобы было возможно произвести вычисление теплоты ионизации с точностью, не идущей в сравнение ни с каким другим, прямым или косвенным, методом.

В таблице 1 собраны полученные подобным путем теплоты ионизации различных элементов. Для некоторых элементов, однако, „спектральный“ метод определения термов затруднен, и приходится прибегать к не менее замечательному, но зато менее точному методу „электронного удара“ (табл. 1, соответственные величины взяты в скобки).

Химику все же редко приходится иметь дело прямо с реакцией:  $A = A^+ + \text{электрон}$ . Но нужно иметь в виду, что, безусловно, именно эта реакция является предварительную ступенью всякой химической реакции, почему и соответствующая энергия должна бы иметь соответствующее значение для химика. Хуже то обстоятельство, что и до сих пор спектральный анализ только в редких случаях может ответить на вопрос об энергии образования многовалентных ионов, а именно эти последние играют

Т а б л и ц а 1.

Элемент	Энергия ионизации		Элементы и молекулы	Энергия ионизации	
	вольт	калор./ моль		вольт	калор./ моль
H . . .	13.539	311	Kr . . .	(13.3)	306
Li . . .	5.36	123	X . . . .	(11.5)	265
Na . . .	5.116	117	Cu . . .	7.691	177
K . . . .	4.321	99.4	Ag . . .	7.542	173
Rb . . . .	4.16	96.7	Au . . .	9.25	213
Cs . . . .	3.87	89.0	Zn . . .	9.35	215
Mg . . . .	7.61	175	Hg . . .	10.39	239
Ca . . . .	6.09	140	Tl . . . .	6.08	140
B . . . .	(8)	184	H <sub>2</sub> . . .	(15.19)	350
Al . . . .	5.96	137	N <sub>2</sub> . . .	(16.5)	380
Pb . . . .	7.39	170	O <sub>2</sub> . . .	(13)	299
P . . . .	10.3	237	Cl <sub>2</sub> . . .	(13.2)	304
Bi . . . .	3.0	184	CO . . .	(14)	322
O . . . .	13.56	312	CO <sub>2</sub> . .	(14.3)	329
S . . . .	10.31	237	OH <sub>2</sub> . .	(13.2)	304
He . . . .	24.5	564	NH <sub>3</sub> . .	(11.1)	255
Ne . . . .	21.17	487			
Ar . . . .	15.70	361			

доминирующую роль в очень многих химических вопросах. Спектры таких дважды и многократно ионизированных атомов в спектроскопии различаются как так называемые „искровые“ спектры, соответственно первого, второго и т. д. порядков, и полный анализ их принципиально приводит к таким же системам термов и к соответственным следствиям насчет энергий ионизации и пр., но опытное осуществление их так трудно, что доступно лишь самым богатым лабораториям (Милликэн) и все же с большими затруднениями, почему и известно о них значительно меньше.

#### Вычисление теплот диссоциации двуатомных молекул из молекулярных спектров

Молекулярные спектры суть так называемые полосатые спектры, т. е. при поверхностном рассмотрении они представляются в виде более или менее широких непрерывных полос. Но если такие полосы рассматривать в достаточно сильно разрешающий спектроскоп, то окажется,

что большая часть этих полос в действительности представляет собою собрание отдельных, чрезвычайно густо расположенных линий. [Но существуют и действительно непрерывные сплошные полосы и даже в области атомных (вообще говоря, чисто линейных) спектров, но наблюдаются они всегда у границ соответственных рядов линий. Объясняются они тем, что электрон, только находясь внутри атома, подчиняется квантовым условиям, разорвав же связь с ним, т. е. в состоянии ионизации, он уже может, в виде кинетической энергии, иметь любое, не связанное никакими квантовыми ограничениями количество энергии. В системе термов фиг. 1 это изображается тем, что за предельным термом А начинается непрерывная область, отмеченная штриховкой, отвечающая непрерывному ряду значений кинетической энергии отрывающегося электрона. О соответственном значении непрерывных (неразрешающихся полосатых) спектров в области молекулярных спектров будет сказано дальше].

Здесь мы специально займемся рассмотрением неполярных двуатомных молекул и, прежде всего, таких, которые состоят из двух одинаковых атомов, именно H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> и др., а также близких к ним CO, NO и подобных. Спектры молекул сами по себе значительно сложнее, чем у отдельных атомов; сложность эта возрастает по мере увеличения числа составляющих атомов, и мы пока займемся более простым, но, как увидим впоследствии, наиболее важным и частым случаем двуатомных молекул.

Единичный свободный атом может расщепиться только на положительный ион и один или несколько электронов. Уже для двуатомной молекулы таких принципиально различных возможностей распада несколько. Прежде всего, подобно атому, она может распасться на электрон (один или несколько), и остаток, так называемый молион; затем возможно распадение на положительный и отрицательный атомные ионы; наконец, конечными продуктами могут быть: один нейтральный атом, один положительный ион и один электрон. При этом нужно иметь в виду, что каждый из указанных продуктов расщепления может быть как в нормальном, так и в любом (теоретически) из возбужденных состояний. Всякой этой возможности соответствует новое усложнение спектра, и из всей этой сложности мы займемся выде-

лением наиболее интересного для термодинамики случая, именно распада молекулы на два нейтральных и невозбужденных атома; в примере азота это будет указана в вступительных строках реакции:  $N_2 = 2N + R$  калорий.

Уже сказанных немногих замечаний достаточно, чтобы показать, насколько сложен как самый спектр молекулы, так и расшифровка его по термам. Неудивительно поэтому, что, если установление ионизационных потенциалов отдельных атомов непосредственно последовало за установлением теории Бора (1913), вычисление соответственных величин для молекул есть достижение самого новейшего времени (1926).

Кладущаяся в основание описания полосатых молекулярных спектров модель есть комбинация новейших достижений атомной физики с результатами прежних работ из области кинетической теории газов, главным образом учения об удельных теплоемкостях последних. Из теории строения атома берется предположение, что и в молекуле, подобно атому, имеется несколько менее прочно связанных электронов, один из коих может быть возбужден и стать „светящимся“, т. е. перейти на квантовую орбиту с высшим номером. Теория же теплоемкостей давно уже заставила представлять молекулу обладающей: во-первых, вращением как целого и, во-вторых, колебанием составляющих частей - атомов друг относительно друга. Из значения теплоемкости двуатомных газов также давно уже было выведено заключение, что при обыкновенной температуре, из трех возможных степеней свободы вращения, в состоянии возбуждения находится две; что же касается взаимных колебаний составляющих атомов, то таковые начинают проявляться вообще лишь с повышением температуры. Представляя себе, как обычно, двуатомную молекулу в виде гимнастической гири, мы объясним это тем, что вокруг двух осей, перпендикулярных к оси гири, кванты вращения невелики (т. е. соответственные моменты инерции велики), и потому соответственные степени свободы уже возбуждены и при обычной температуре за счет толчков, обусловленных нормальным тепловым движением. Вращение же вокруг третьей оси (оси гири), вследствие исчезающе малого момента инерции и, наоборот, громадного кванта, в нормальных лабораторных условиях вообще не может

иметь места. Что касается взаимного колебания составляющих молекулу атомов (здесь, вместо неподвижного стержня, соединяющего оба шара гири, нужно представить себе пружину от пружинных весов), то соответствующие „колебательные“ кванты достаточно велики, чтобы не быть возбужденными за счет тепловых толчков при обычной температуре, но начинают проявляться при сколько-нибудь заметном повышении последней.

Наконец, третий род движений внутри молекулы, отображающейся в спектре, это — электронные вращения вокруг одного или обоих ядер. Экспериментальное исследование показало, что внешние электроны удерживаются на своих орбитах в молекуле более или менее с той же силою, что и в отдельных атомах, и, следовательно, величина соответственных квантов примерно та же, наибольшая (этим большим квантам отвечают, следовательно, спектральные линии с наибольшим волновым числом в видимой и ультрафиолетовой части спектра). Вторую по величине квантов отдельных переходов будет группа колебательных (соответственные линии в ближайших инфракрасных частях спектра) и, наконец, совсем маленькие ротационные кванты (линии в отдаленной инфракрасной области).

Комбинируя эти возможности между собою, т. е. полагая, что в каждом состоянии электронного возбуждения молекула обладает еще колебательным движением составляющих частей и каждому состоянию колебания соответствует целый ряд квантов возможных вращений, мы приходим к изображенной на фиг. 2, наиболее общей идеализированной схеме термов двуатомной молекулы.

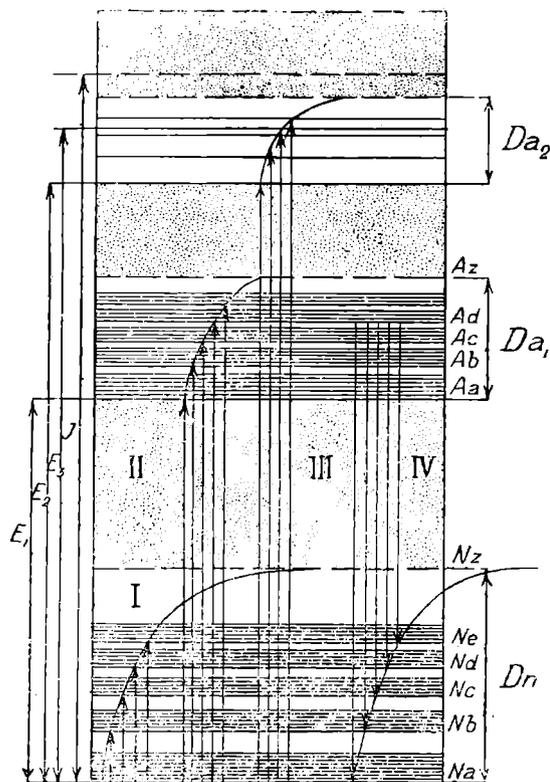
Жирные горизонтальные линии обозначают (на языке термов) ряд последовательных возбужденных состояний молекулы, не колеблющейся и не вращающейся; подобно тому как и в случае отдельного атома, эти термы образуют ряд (с энергиями  $E_1, E_2, E_3 \dots$ ), который сходится у верхнего предела (энергия  $J$ ), отвечающего, очевидно, ионизации молекулы, но без распада ее на отдельные атомы. Внутри каждого из полученных таким образом этажей, тотчас над каждым термом надстраивается вторичная, более тонкая система термов, отвечающих состоянию того же электронного возбуждения, но с добавкою 1, 2, 3... колебательных квантов, и, наконец, ме-

жду полков этой системы — новая, еще более тонкая система, отвечающая последовательному возбуждению еще 1, 2, 3... ротационных (вращательных) квантов. Квант ротационных спектров так мал, что в чистом виде, как сказано, он приходится на крайне трудно доступную, далекую инфракрасную часть спектра; в наложении же на другие кванты он так их мало изменяет, что чувствуется лишь в спектроскопы с очень большою

квантов и, наконец, разлетается на составляющие атомы. В полной системе энергетических уровней двуатомной молекулы, подобной фиг. 2, это изображается тем, что ряд термов, отвечающих различным колебательным состояниям (линии средней толщины) в каждом этаже (т. е. при данном состоянии электронного возбуждения), сходится у некоторого предела, как-раз, следовательно, отвечающего энергии диссоциации молекулы на составляющие атомы. Таким образом, задача определения последней величины распадается на две части: чисто физическую — собрать достаточно большое число термов, и, вычислительную — возможно точнее экстраполировать величину указанного предела.

Остановимся только на двух состояниях (электронного) возбуждения молекулы: основном невозбужденном (N) и первом из возбужденных (A), со всеми им обоим соответствующими колебательными термами Na, Nb, Nc..., Aa, Ab, Ac... Требуется определить теплоту (энергию) диссоциации нормальной невозбужденной молекулы на два таких же нормальных невозбужденных атома ( $D_n$ ). Проще всего, казалось бы, достигается эта цель, если постараться вообще избежать всякого электронного возбуждения и оставить в поле рассмотрения лишь нижний этаж с термами Na, Nb..., отвечающими колебаниям невозбужденного атома, т. е. надо взять нормальную невозбужденную молекулу и заставить ее поглощать ряд спектральных линий, символически изображенных на фиг. 2 группю направленных кверху стрелок (группа I). Получающийся ряд все более и более коротковолновых абсорбционных полос<sup>1</sup> должен сходиться у некоторого предела, как-раз отвечающего искомой величине диссоциации невозбужденной молекулы на невозбужденные же атомы. Последнее заключение, именно, что результирующие атомы будут невозбужденными, априорно, конечно, необязательно, но, исходя из неполярной, симметрической молекулы, является наиболее вероятным, что вполне и подтвердилось сравнением результатов, полученных спектроскопически, с результатами, данными термохимиками, в тех случаях, когда эти последние результаты вообще имелись.

<sup>1</sup> Это будут полосы в указанном выше смысле, т. е. благодаря „размыванию“ вращательными спектрами, и на ряд последних каждая такая полоса и разрешится в более сильном спектроскопе.



Фиг. 2.

силою; поэтому в настоящем изложении мы не будем их касаться, т. е. рассмотрим лишь этажи и полки, отвечающие термам без вращения и в особенности ход их по мере все увеличивающегося числа колебательных квантов.

Раньше мы рассмотрели случай, как атом или молекула получали все большее и большее число квантов возбуждения, покуда, наконец, не происходила ионизация: распад на электрон и остов [ядро (nucleus) = атом минус все планетные электроны; остов (kernel) = атом минус один светящийся электрон]. Аналогичен случай двуатомной молекулы: последняя приобретает все увеличивающееся число колебательных

К сожалению, этот простейший метод определения теплоты диссоциации из „чистого колебательного“ спектра не может быть осуществлен. Вся группа I молекулой не поглощается, хотя такая абсорбция вполне отвечала бы Боровскому условию частот. Дело в том, что симметрические двуатомные молекулы  $H_2$ ,  $Cl_2$  и подобные не обладают электрическим моментом, не представляют собою диполей, как говорят в физике, и потому не могут быть приведены в колебание падающим на них светом, видимым или невидимым. Это следствие „классической“ электромагнитной теории света Максвелла полностью сохранило свое значение и в современной теории квантов. Таким образом, Боровское условие (1) есть необходимое, но недостаточное условие появления в спектре атома или молекулы соответствующих линий поглощения и испускания.

Определить термы Na, Nb, Nc... все же возможно обходным путем, через спектры испускания. Именно, нужно постараться получить серию полос, которые от одного и того же состояния терма, на этот раз возбужденного, вели бы вниз к термам Na, Nb... , т. е. осуществить систему стрелок IV (фиг. 2) в нижней правой части чертежа. Но тут возникает новое затруднение: очень трудно привести газ в такое светящееся состояние, чтобы в испускании принимало участие только одно единственное состояние возбуждения (на нашем чертеже Ad); почти всегда на сцену одновременно выступают состояния Aa, Ab, Ac... ; число полос чрезвычайно возрастает, и размещение их по надлежащим полкам системы и расчет становятся почти невозможными. Однако Виттмеру удалось осуществить в случае водорода именно такую исключительную возможность одного исходного состояния и дать в 1926 году впервые теплоту образования (обратно диссоциации) водородной молекулы на основании спектроскопических данных. Оказалось, именно, что если заставлять светиться водород, к которому прибавлено значительное количество аргона, то, в силу совершенно специфических условий возбуждения, практически, действительно, возникает единственное исходное состояние возбуждения, т. е. на самом деле осуществляется группа IV. Ряд термов Na, Nb... устанавливается таким образом непосредственно, и остается только экстраполировать этот ряд к предельному состоянию диссоциации, как то

показано соответственно кривой на чертеже. При молекулярных спектрах уже нет той простой формулы  $E = A - \frac{B}{n^2}$ , которой подчинялись термы как водорода, так и (приблизительно) других атомов; условия квантования запутаннее и ведут к сложным формулам, поэтому тем более ценным оказался здесь метод установления начала полосы непрерывной абсорбции, о чем говорилось ранее. Совершенно так же, как и в случае атомных термов, к каждой границе — пределу схождения ряда молекулярных термов — примыкает сплошная полоса, отвечающая тем случаям, когда энергии больше, чем нужно только для диссоциации. Распавшиеся атомы могут уже в отношении друг друга обладать любым количеством кинетической энергии, не подчиняющимся уже никаким квантовым ограничениям, что и выражается непрерывностью соответствующей полосы. Начало последней, очевидно, и будет пределом схождения соответственных термов.

Точно таким приемом Виттмеру, помимо водорода, удалось определить энергию диссоциации нормальной невозбужденной молекулы  $D_n$  и для  $N_2$ , NO и CO. В других случаях осуществить указанное специальное условие возбуждения так и не удалось, и пришлось прибегнуть еще к одному обходному методу, несколько более сложному, но зато применимому почти во всех случаях, не исключая предыдущих. Представим себе, что мы наблюдаем абсорбцию полос, ведущих от основного состояния Na к различным возбужденным состояниям первого этажа Aa, Ab, Ac... (на фиг. 2 системы стрелок II и III). Оказывается, что такие полосы в действительности атомом поглощаются: в этом случае, хотя в исходном состоянии молекула попрежнему не имеет электрического момента, но, как показал сначала опыт, а затем весьма замечательная теория этого явления (Франк), происходящий электронный перескок делает возможным поглощение молекулой любого числа колебательных квантов. Таким образом, с помощью полос абсорбции II достаточно просто определяется вся „колебательная“ надстройка второго этажа, т. е. ряд термов Aa, Ab... Экстраполируя по указанному ранее методам к предельному терму Az, получим энергию диссоциации  $D_a$ ; однако, эта величина будет относиться уже не к нормальной, а к возбу-

жденной молекуле. В большинстве случаев, как то и изображено на фиг. 2, эта  $D_a$  меньше искомой  $D_n$ , но иногда и значительно превышает последнюю величину, являющуюся искомой. Остается, следовательно, найти путь, позволяющий от одной величины перейти к другой. Это легко осуществляется с помощью мысленного кругового процесса, основывающегося на законе сохранения энергии. Начнем с того обстоятельства, что при диссоциации возбужденной молекулы конечными продуктами распада, вообще говоря, не могут быть нормальные невозбужденные атомы: для этого уже просто накопившаяся в молекуле энергия слишком велика (на фиг. 2 это характеризуется тем, что уже уровень  $A_a$  — наинизший уровень возбужденной молекулы — выше уровня  $N_z$ , отвечающего энергии распада невозбужденной молекулы на такие же атомы). Следовательно, один или даже оба атома, образующиеся в результате диссоциации, должны получиться в состоянии возбуждения. Но по закону сохранения энергии безразлично, сначала ли мы имеем возбужденную молекулу, которая диссоциирует на возбужденные атомы, или сначала диссоциирует нормальная невозбужденная молекула и лишь затем самостоятельно возбуждаются получившиеся атомы, т. е.  $E_1 + D_{a1} = D_a + E_a$ . Первые три величины показаны на фиг. 2 (энергия возбуждения молекулы, и энергия диссоциации в возбужденном и в нормальном состоянии),  $E_a$  же есть энергия, потребная для возбуждения ре-

зультирующих атомов, которая определяется по ранее указанным методам из соответственных атомных спектров. Может возникнуть вопрос, в каком именно из возбужденных состояний будут эти атомы; это, вообще говоря, затруднений не представляет, а главное, опыт показал, что в подавляющем большинстве случаев это есть наинизшее из возможных возбужденных состояний. Еще более простоты вносит также практически подтвердившееся почти во всех случаях правило, что результатом диссоциации является всегда один возбужденный и один нормальный, но не оба возбужденных атома.

Этот последний метод оказался наиболее общим, и с помощью именно его были произведены американскими и геттингенскими исследователями определения для  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $NO$ ,  $CO$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ,  $S_2$ ,  $Se_2$ ,  $Te_2$ . Для водорода, теплота диссоциации молекулы которого была, как сказано выше, определена Виттмером по методу спектров испускания, в Америке Дике и Гопфильдом было сделано определение и по этому методу. По малости ядер водородной молекулы, соответственные линии оказались лежащими в далекой ультрафиолетовой части спектра, что особенно затрудняет измерение абсорбционных полос, так что работа эта составила маленький шедевр спектроскопии, вновь приведший к тем же самым цифрам Виттмера.

В таблице 2 сведены результаты, полученные обоими путями. С ними сопоставлены и результаты, добытые ранее

Таблица 2

Р е а к ц и я	$D_n + E_a$ в вольтах	$E_a$ в вольтах	$D_n$		другими методами
			спектроскопически вольты	калории	
$H_2 = H + H$ (Виттмер)	4.34	0	4.34	100	} 70—100
„ „ „ „ (Дике и Гопфильд)	14.53	10.15	4.38	101	
$Cl_2 = Cl + Cl$	2.577	0.109	2.538	58.5	57
$O_2 = O + O$	7.05	0.01—0.04	7.02	162	—
$N_2 = N + N$	11.75	0	11.75	272	—
$CO = C + O$	11.2	0	11.2	258	249
$NO = N + O$	7.9	0	7.9	182	—
$H \frac{1}{2} = H + H$	—	—	1.8	41.6	—
$N \frac{1}{2} = N + N^+$	—	—	(9)	(208)	—
$O \frac{1}{2} = O + O$	—	—	6.5	150	—

из термохимических методов, поскольку таковые вообще имелись. Величины, поставленные в скобки, имеют лишь ориентировочное значение, поскольку определение их не могло быть произведено достаточно точно.

В нижних строках таблицы даны диссоциации молекул (ионизованных молекул, но без распада на атомы). Эти величины вычисляются из энергий диссоциаций соответственных нейтральных молекул и свободных атомов тем же самым приемом, каким в термохимии вычисляются прямо неопределимые величины, а именно, применением закона постоянства суммы теплот частичных реакций (закон Гесса).

В таблице 2 собраны результаты, обнимающие исключительно область двухатомных неполярных молекул. На аналогичных работах, относящихся к молекулам с дипольным строением (HI, AgI), мы остановимся в следующей статье, и там же полагаем коснуться некоторых весьма замечательных для химика выводов, к которым привели новые методы исследования в связи с но-

вой волновой механикой (работы ведутся в лаборатории знаменитого Габера) для теории горения вообще и структуры пламени в частности.

В настоящей статье изложение сделано в возможно упрощенной форме: все рассуждения и расчеты оперируют с терминами. Но каждый терм, комбинируя со всяким другим, даст спектральную линию (если она только „дозволена“). Последних получается так много, что, как указано в тексте, понадобилось более 10 лет, чтобы овладеть, наконец, молекулярными спектрами. Последовательные работы эти находили своевременное освещение в „Успехах физических наук“ (статьи Э. В. Шпольского, и В. Н. Кондратьева), также в книжечке последнего „Физические и химические свойства молекул“ (Гос. изд., 1928). Настоящая статья основана на таких же упрощенных „химических“ обзорах E. Rabinowitsch в *Zschr. f. angew. Chemie* (XLI, 1928, p. 555) и R. Mecke в *Die Naturwissenschaften* (XVI, 1928, p. 521).

## Верхние слои атмосферы по новейшим данным

Проф. В. Я. Альтберг

Атмосфера, окружающая нашу планету, является первой средой, воспринимающей лучистую энергию от солнца, одна часть каковой проходит сквозь всю толщу воздушной оболочки и достигает земной поверхности, давая энергию всей органической жизни на земле, другая часть отражается, третья — излучается в мировое пространство, четвертая — поглощается в ней, превращаясь в другие формы энергии (тепловую, электрическую, химическую и др.).

Процессы, происходящие в атмосфере (круговорот энергии и материи), играют исключительную роль во всей физической и органической жизни на земле. Ввиду этого, изучение строения, состава и многообразных свойств атмосферы в целом и в различных ее частях (ярусах) является делом первостепенной важности.

Атмосфера состоит, как известно, из двух главных частей, или сфер, — нижней, до 12 км в среднем, называемой тропосферой, и верхней, называемой стра-

тосферой. Первая, будучи доступна для непосредственного изучения, обследована довольно хорошо. Во вторую же удавалось проникать лишь при помощи шаров-пилотов и притом только до высоты в 31 км. Поэтому весьма важная и интересная верхняя часть атмосферы является слишком мало или почти совсем неизученной путем непосредственных наблюдений. Те сведения, какие имеются в настоящее время, получены главным образом путем косвенных методов. А между тем изучение хотя бы распространения радиоволн в атмосфере натолкнуло на замечательные и на первый взгляд загадочные явления, обязанные особым свойствам атмосферы на больших высотах, превышающих 80 км. Это обстоятельство вызвало в широких кругах большой интерес к свойствам атмосферы вообще.

Принимая во внимание это и вышеуказанную важную роль атмосферы вообще, небезынтересным было бы дать на страницах настоящего журнала хотя бы

очень краткий очерк современного состояния знаний о верхних слоях атмосферы.<sup>1</sup>

### Оптические явления

По некоторым оптическим явлениям можно судить о распространении атмосферы на больших высотах. На это указывает, прежде всего, явление сумерек, на основании которого однако, ввиду сложности теории атмосферного светорассеяния, нет пока возможности дать более точные количественные указания. Более конкретные данные дают наблюдения над серебристыми облаками. По новейшим фотограмметрическим определениям оказалось, что эти облака плавают на высоте 82—83 км. Эти облака двигаются главным образом с востока на запад со скоростью 100 м/сек. Указания о наличии атмосферы на больших высотах дают наблюдения над метеоритами (падающими звездами). Они загораются, в среднем, на высоте 120 км, достигая в иных случаях даже высоты в 170 км, потухание же их происходит примерно на 40 км ниже. Более детальный анализ этого явления привел Добсона и Линдемана к интересному выводу о плотности воздуха и температуре (см. ниже). По движению светящегося облачка, остающегося некоторое время в виде следа пролетевшего метеорита, и по движению серебристых облаков можно было заключить о подвижном состоянии атмосферы в промежуточном ярусе от 30 до 80 км; направление ветра—с востока на запад, а в более высоких слоях, наоборот, с запада на восток.

Сведения о еще более высоких слоях атмосферы дает изучение полярных сияний. По норвежским данным, нижняя граница этих сияний проходит на высоте 77 км. Верхняя же граница, по первым наблюдениям 1613 г., простиралась до высоты 300 км. В новейшее время Стермер доказал с несомненностью, что в иных случаях полярные сияния могут загораться даже на высоте 1000 км и более и что на такой высоте поэтому должны иметься еще заметные следы материи.

По теории Биркланда и Стермера, полярное сияние представляет свечение атмосферных газов, возбужденное кор-

пускулярным излучением солнца. Природа этого явления в значительной мере была выяснена трудами Вегарда и в особенности Макленана, который на опыте доказал, что спектральную зеленую линию полярного сияния можно получить в чистом кислороде в лабораторных условиях. Таким образом было доказано, что в самых верхних слоях атмосферы имеются те же газы—кислород и азот, которые являются главными составными частями воздуха у земной поверхности.

### Давление и состав атмосферы

Согласно закону Дальтона, распределение газов в спокойной атмосфере должно быть таким, что процентное содержание газа с малым молекулярным весом должно возрастать вместе с высотой. Самый легкий газ на достаточно большой высоте должен был бы в конце концов остаться один, как бы ни было мало его содержание в газовой смеси у земной поверхности. В пределах тропосферы никакой разницы в составе атмосферы (исключая водяных паров и углекислоты) не обнаруживается, ввиду основательного перемешивания всех слоев при наличии вертикальных восходящих потоков, совершенно уничтожающих эффект, который мог бы проявиться благодаря диффузии лишь в спокойной атмосфере. Что же касается стратосферы, то, до тех пор пока не удастся каким-либо способом захватить пробы воздуха, определять его составные части оказывается возможным лишь спектроскопическим способом. В качестве вспомогательного средства для анализа могут быть использованы спектры поглощения атмосферы, а также спектры полярного сияния и метеоритов. До настоящего времени с определенностью установлено для верхних слоев присутствие одного только озона по спектру поглощения, кроме того обнаружен азот и минимальные следы кислорода по зеленой линии полярного сияния. Прежнее представление метеорологов, что в стратосфере газы распределяются согласно эффекту диффузии и обусловленного ею равновесия, теперь приходится оставить. Расчеты Лепмана и Мильна показали, что диффузный эффект может проявиться лишь на высотах, превышающих 100 км. Также и спектр полярного сияния, вопреки прежним теориям, показывает, что атмосфера, даже на высотах, превышающих 100 км, состоит из азота и кислорода.

<sup>1</sup> Что же касается нижних слоев атмосферы, то о них читатели настоящего журнала более подробно ознакомлены уже по напечатанной статье П. А. Молчанова (Природа, 1928, № 5, стр. 447).

Таблица 1

Высота в км	0	50	90	130	250	(500)
Давление в мм ртутного столба . . . . .	760	1	$10^{-2}$	$10^{-4}$	$10^{-6}$	$(10^{-8})$
Средний свободный пробег молекул в см . . . . .	$9 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-3}$	0.7	70	$7 \cdot 10^7$	$(7 \cdot 10^9)$
Число молекул в куб. см.	$2.7 \cdot 10^{19}$	$3.5 \cdot 10^{16}$	$3.5 \cdot 10^{14}$	$3.5 \cdot 10^{12}$	$3.5 \cdot 10^8$	$(3.5 \cdot 10^6)$

Что касается давления воздуха, свободного молекулярного пробега и числа молекул в единице объема, то распределение таковых элементов по высоте дается в таблице 1.

Гипотезу Вегенера о существовании в самых верхних слоях некоего неизвестного газа геокорония приходится признавать, в свете современных знаний о строении материи, несостоятельной, подобно тому как отжил свой век гипотетический небулай, спектральные линии которого удалось в недавнее время отождествить с линиями известных газов.<sup>1</sup> Вместо геокорония, более вероятным является присутствие в верхних слоях сильно ионизированного, а также диссоциированного водорода или же гелия, занимающего среди легких газов второе место по атомному весу. Во всяком случае, вопрос о действительном составе атмосферы в самых верхних ярусах ее следует пока что считать открытым.

#### Ионизация и электропроводность

Во многих отношениях важным обстоятельством является то, что воздух высоких слоев сильно ионизован. Этому способствуют два фактора: ультрафиолетовый свет солнца и проникающая радиация (космические лучи). Ввиду постоянного их действия и ввиду очень слабой способности к рекомбинации (воссоединению) ионов, вследствие ничтожной плотности газа, ионизация должна быть значительной. Кроме упомянутых двух факторов, ионизирующим образом должно действовать также и корпускулярное излучение солнца, вызывающее полярное сияние. Принимая во внимание чрезвычайную разреженность воздуха в верхних слоях, следует считать, что отрицательными ионами являются электроны.

Правильность сделанных заключений подтверждается наилучшим образом данными, полученными при изучении распространения радиоволн. Особенности распространения последних могли быть лучше всего объяснены допущением хорошо проводящего верхнего слоя атмосферы. В существовании этого слоя, названного слоем Хэвисайда по имени ученого, много содействовавшего выяснению этих обстоятельств, никто теперь не сомневается. Нижняя граница его проходит на высоте 80—100 км и подвержена периодическим суточным колебаниям, в зависимости от меняющихся в течение суток метеорологических факторов. Плотность электронов в этом слое, согласно расчетам, составляет 100 000 в куб. см. Исходя из этих данных и из допущения толщины этого слоя в 200 км, а также скорости господствующего здесь ветра (примерно 100 м в сек.), можно прийти к заключению о большой электропроводности верхних слоев, которая здесь, как показывают расчеты, в  $10^{13}$ , т. е. в 10 миллиардов раз больше, чем у земной поверхности. Расчет показывает, что весь проводящий слой атмосферы эквивалентен металлическому шаровому слою в 1.5 мм толщины в среднем. В зависимости от высоты солнца, времени года и от количества пятен на солнце, толщина этого слоя могла бы колебаться в пределах от 0.05 мм до 3 мм. Ввиду значительно большей электропроводности вверху, чем внизу, расчеты показывают, что и плотность горизонтальных токов в верхнем слое в 100 тысяч раз больше, чем плотность тока в вертикальном направлении у земной поверхности.

Сильная ионизация и большая электропроводность обусловлены, повидимому, наличием озона, обладающего большим коэффициентом поглощения ультрафиолетовых лучей. Чепман показал, что для того, чтобы обеспечить отмеченную

<sup>1</sup> В. Альтберг. Природа туманностей. Природа, 1928, № 9, стр. 775.

выше ионизацию, достаточно, чтобы из миллиона молекул озона только три были ионизованы.

### Распределение температур

Измерения при помощи шаров-пилотов показали, что в нижнем слое стратосферы, примерно до 30 км высоты, господствует постоянная температура. Исходя из указанной теории равновесия лучеиспускания, метеорологи еще до самого последнего времени принимали, что температура всей атмосферы составляет  $-55^{\circ}\text{C}$ . Новые данные, повидимому, заставят изменить этот взгляд. Прежде всего Линдеман и Добсон, изучая явления загорания и потухания метеоритов в атмосфере, заключили о наличии теплого слоя на высоте 40—60 км. Еще более убедительные доводы в пользу теории теплого слоя получены были в результате изучения распространения звука в атмосфере, о чем будет подробно сказано дальше. Доказанное новейшими исследованиями наличие озонного слоя на высоте примерно 50 км делает возможность такого повышения температуры физически понятным. Таким образом, вероятная картина распределения температуры рисуется примерно в таком виде: в пределах тропосферы температура понижается (приблизительно в линейной зависимости) до  $-55^{\circ}\text{C}$ , затем температура остается неизменной до высоты в 30 км и затем снова повышается постепенно и доходит до  $+28^{\circ}\text{C}$  в слое 40—60 км. О распределении температуры в еще более высоких слоях пока нет никаких указаний.

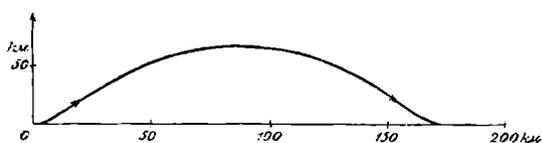
### Аномальное распространение звука

При сильных взрывах, а также во время извержения вулканов, наблюдаются, как известно, следующие особенности в распространении звука. В обширном звуковом поле слышимости взрыва, как показали многочисленные наблюдения, всегда имеется зона молчания, куда звук взрыва не доходит. Эта широкая зона начинается на расстоянии примерно 50 км от очага взрыва и кончается на расстоянии 100—200 км, причем изменения этих расстояний находятся в зависимости от метеорологических условий. Затем на больших расстояниях звук снова становится хорошо слышимым. С несомненностью установленное наличие зоны

аномально далекой слышимости вызвало среди ученых большой интерес и послужило предметом тщательного изучения, в особенности в Германии, где образована была специальная комиссия из компетентных ученых для изучения распространения звука в атмосфере в случае искусственных взрывов.

Интерес к такого рода изысканиям был обусловлен также и тем, что звуковым лучем в данном случае можно было воспользоваться в качестве орудия для изучения верхних слоев атмосферы. Работы были проделаны с успехом, результаты опубликованы, а в будущем намечено продолжение изысканий в том же направлении, но по еще более широкой программе.

При всестороннем изучении вопроса выяснилось, что причина упомянутой



Фиг. 1.

зоны молчания, окаймленной зоной аномально далекой слышимости, заключается в форме траектории звукового луча, которая загибается сначала кверху, затем в более высоких слоях атмосферы ее направление изменится, происходит как бы полное внутреннее отражение, и луч снова возвращается на землю, касаясь ее в точках, отстоящих от очага взрыва на расстоянии 150—300 км (фиг. 1). Одной из главных причин такого искривления траектории и загибания звукового луча, как показывают исследования, является повышение скорости распространения звука на высоте от 30 до 50 км. Что же касается влияния ветра, то хотя роль этого фактора и имеет известное значение, однако, она не настолько велика, чтобы могла объяснить главные особенности аномального распространения звука.

Теперь спрашивается, какова же причина возрастания скорости звука с высотой. Анализ возможных причин такого возрастания скорости привел к определенному выводу, что наиболее вероятным и действительным основанием этого возрастания является повышение температуры воздуха, начиная от отрицательных значений до  $+30^{\circ}\text{C}$ , в пределах указанных выше высот. С этим выводом стоят в полном согласии заключения, сделанные не-

зависимо от этого на основании изучения падающих звезд и в особенности озонного слоя в атмосфере, вызвавшего к себе за последнее время столь большой интерес, что в текущем году созвана была даже международная конференция по изучению озона в атмосфере, о результатах работ которой сообщается в следующей главе.

### Роль озона в атмосфере

С тех пор как Фабри и Бюиссон впервые в 1920 г. определили количество озона, содержащегося во всей толще атмосферы над Марселем, на основании поглощения самых коротких волн солнечного спектра (около 3000 Å), в течение немногих лет возникла новая дисциплина, стоящая одновременно в тесной связи с метеорологией, физикой, астрофизикой и, кроме того, с фотобиологией. Развертывание работ этого нового начинания происходило быстрым темпом. Добсоном в Оксфорде, начиная с 1926 г., был организован по всему земному шару ряд станций, которые производили, по возможности ежедневно, снимки ультрафиолетового конца солнечного спектра при помощи кварцевого спектра Добсона. Эти снимки обрабатываются и изучаются главным образом у самого Добсона, и по ним определяется мощность и высота озонного слоя в атмосфере. Полученные результаты обнаруживают чрезвычайно интересную связь с метеорологическими и геофизическими явлениями. Для обсуждения всех этих вопросов, по предложению Добсона, Фабри была созвана в Париже 15 мая 1929 г. Международная озонная конференция, для изучения вопросов, касающихся атмосферного озона и поглощения солнечной радиации в верхних слоях атмосферы. На конференцию прибыли представители многих европейских государств. Кроме Франции, были представлены Англия, Норвегия, Польша, Швейцария и Германия.

По последним данным выяснилось, что центр тяжести озонного слоя находится на высоте 40—50 км. „Эквивалентная“ толщина этого слоя, рассчитанная для нормального давления и температуры 0° Ц, составляет в среднем только 3 мм, в то время как означенная толщина для всей атмосферы при тех же условиях составляет 8 км. Несмотря на столь незначительное количество озона, он тем не менее имеет решающее влияние на многие явления.

Содержание озона изменяется в течение года: весной оно больше, осенью меньше. Амплитуда колебаний содержания озона возрастает для больших широт и уменьшается для малых. Под экватором, напр. в Чили и в южной Индии, практически не найдено какого-либо изменения содержания озона в течение года. В тех же местах давление воздуха также почти не изменяется, что не является, как увидим ниже, простою случайностью. Наряду с годовыми колебаниями обнаружены были также и суточные колебания, которые зачастую превосходят даже годовые амплитуды. Эти колебания стоят в любопытном соотношении с колебаниями давления воздуха: вообще, большое количество озона совпадает с низким давлением, малое количество озона, наоборот, с высоким давлением. Такое соотношение наблюдается на всем земном шаре повсюду, где давление воздуха подвержено сильным колебаниям.

Озон поглощает короткие волны в интервале от 2200 до 3200 Å и притом тем сильнее, чем короче волны, каковые уже в тонких слоях поглощаются нацело. Вследствие этого озон определяет границу солнечного спектра и дозирует вместе с этим физиологически действующую ультрафиолетовую часть излучения солнца и неба. Вследствие такого поглощения солнечной радиации имеет место, по видимому, сильное нагревание верхнего, на высоте 45 км, слоя воздуха, повышающее температуру этого слоя примерно до величины, наблюдающейся на поверхности земли (в среднем). Однако, непосредственные измерения можно было произвести лишь до высоты в 30 км, и потому дальнейший ход температуры фактически неизвестен, и судят о нем по косвенным данным.

Добсон и Линдемман, изучая процесс потухания метеоров при прохождении их в атмосфере, пришли, как мы видели, к заключению, что температуры верхних слоев должны быть значительно выше, чем в тропосфере. К таким же результатам приводят работы по изучению аномального распределения звука в атмосфере, на основании которых слой повышенной температуры должен лежать на высоте 35—40 км.

На конференции подвергнуты были критическому анализу основы и методы определения озона, и обсуждались новые задачи и проблемы, возникшие уже в связи с новыми достижениями в этой области.

Можно указать на целый ряд вопросов, которые невольно напрашиваются и разрешение которых может иметь существенное значение.

Спрашивается, например, могут ли лабораторные данные относительно коэффициента поглощения света озоном, полученные при нормальном давлении, быть примененными к условиям верхних слоев атмосферы, где парциальное давление озона составляет всего 0.001 мм? Не выясненной, далее, представляется роль „мощности“ атмосферы, обусловленной рассеянием света в последней, и отношение колебаний таковой к колебаниям содержания озона в атмосфере.

Если бы оказалось возможным производить различные определения содержания озона по его слабому поглощению в желтой и инфракрасной области спектра, то эти изменения имели бы большое значение для учета теплового баланса не только для озонного слоя, а вместе с ним также и для всей атмосферы.

Далее возникает целый ряд других вопросов, которые также важны, ввиду связи их с другими явлениями, играющими известную роль в той или иной из упомянутых выше дисциплин. Перечислим некоторые из них. Представляется важным знать, каково распределение озона в пределах озонного слоя вверх и вниз от центра его тяжести на высоте 45 км. Спрашивается далее, почему не спускается этот слой вниз, на землю? Как и почему образуется озонный слой? Известно свойство коротких ультрафиолетовых волн (ниже 1800 Å), содержащихся еще в радиации солнца на больших высотах, образовывать молекулы озона ( $O_3$ ) путем разложения или возбуждения кислородных молекул ( $O_2$ ), наоборот образованный уже озон разлагается волнами, заключающимися в интервале от 2200 до 2900 Å, которые им сильно поглощаются. Таким образом, под действием солнечных лучей может установиться известное состояние равновесия, и, как показывают расчеты, может образоваться ограниченный по высоте слой озона.

Почему, спрашивается, на крайнем севере Швеции (в Абиско, например), при месяцами длящемся низком стоянии солнца, найдены наиболее высокие зна-

чения озона? Следует ли это толковать в том смысле, что лучи солнца вовсе не являются главнейшим фактором образования озона? Может быть, те лучи, которым обязано полярное сияние, являются озон созидующими, в то время как солнце, которое во время очень долгого полярного дня может особенно сильно воздействовать, производит, наоборот, разрушение озона. В таком случае на крайнем севере осенью должны наблюдаться особенно малые количества озона. Для разрешения последнего вопроса истекшим летом предположено было послать на средства Германского общества содействия науке специальную экспедицию на Шпицберген. Таким образом на конференции выдвинут был целый ряд вопросов, которые подлежат разрешению в будущем.

### Заключение

Наши знания о верхних слоях атмосферы значительно обогатились за самые последние годы, и при том интересе к этим вопросам, какой теперь наблюдается, можно надеяться, что многие предположения и гипотезы, высказываемые в настоящее время о природе и свойствах наружной части газовой оболочки нашей планеты, в ближайшем будущем станут достоянием прочного знания и мы будем иметь верные представления о важных процессах, протекающих в пределах атмосферы и имеющих существенное значение для всей физической и органической жизни на земле.

### Литература.

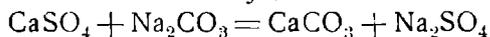
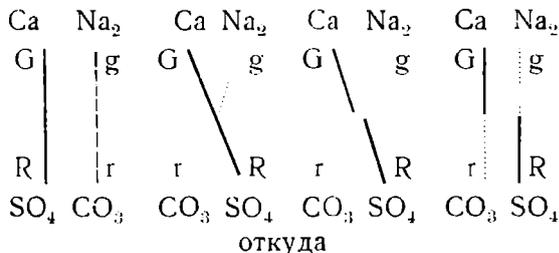
- F. A. Lindemann, *Nature*, 118, 195, 1926.— C. Störmer, *Geofysiske Publ. Oslo*, 4, № 7, 1926; *Nature*, 120, 329, 1927.— L. Vegard, *Naturwiss.*, 15, 438, 1927.— W. Grotrian, *Naturwiss.*, 15, 869, 1927.— Mc. Lennan и др. *Proc. of the Roy. Soc. of London*, (A), 106, 138, 1924; 114, 1, 1927; 115, 515, 1927.— G. Cario, *Zeitschr. f. Physik*, 42, 15, 1927.— J. Cabannes et J. Dufay, *Journ. de phys.*, 7, 257, 1926; 8, 125 et 353, 1927; *Compt. rend. d.*, 182, 331, 1926.— S. Chapman, *Quart. Journ. Roy. Meteor. Soc.*, 52, 225, 1926.— E. Wiechert, *Meteor. ZS.*, 43, 81, 1926.— H. Hergesell, *Meteor. ZS.*, 44, 301, 1927.— J. Bartels, *Naturwiss.*, 16, 301, 1928.— H. Benndorf, *Phys. ZS.*, 30, 97, 1929.— R. Ladenburg, *Naturwiss.*, 17, 533, 1927.— S. Chapman and Milne, *Quart. Journ. Roy. Meteor. Soc.*, 46, 357, 1920.— C. Fabry, *Proc. Phys. Soc.*, 33, 1, 1927.— G. Angenheister, *Meteor. Zeitschr.*, S., 43, 467, 1926.

## Мутация и изомерия

Проф. К. А. Фляксбергер

В последние десятилетия, после открытия в 1900 г. незамеченного в свое время труда Менделя „Опыты над растительными гибридами“ и опубликованного в 1865 г. в Брюнне, получили исключительное развитие работы, касающиеся вопросов наследования признаков и, в частности, работы с хромосомами — носителями наследственности. В особенности исключительное значение получают работы Моргана и его школы с плодовой мушкой „дрозофила“. Путем скрещиваний и применения законов Менделя удалось дойти до таких деталей, как начертание топографической карты расположения наследственных факторов в хромосомах этой мушки.<sup>1</sup> Установлено наличие половых хромосом и т. д. Одновременно получило сильное развитие учение о факторах, или генах, комбинирование которых по законам Менделя дает образование новых форм. В настоящее время уже нашли свое объяснение такие факты, как, наприм., появление ореховидного гребня у кур от скрещивания кур с гороховидным и венчиковидным гребнями или появление от скрещивания белых кур таких, у которых окраска оперения сходна с окраской диких кур, или появление черной мыши от скрещивания серой мыши с белой. Эти явления объясняли атавизмом, но в настоящее время они объясняются менделизмом в современном его развитии.

Во всех этих случаях и явлениях новых наследственных свойств не получается. Все явления сводятся к обмену факторов (генов). Эти явления можно сравнить с химическими реакциями соединения и замещения, напр.,  $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ , в которых элементы являются факторами, или генами, подчиняющимися законам Менделя, а молекулы соответствуют хромосомам. Это сравнение можно иллюстрировать, напр., сложным случаем перекрещивания хромосом:



Схематическое изображение обмена кусочков хромосом и химической реакции замещения  $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Если мы посмотрим на приведенные химические молекулы, то увидим, что сродство элементов различное, напр.,  $\text{SO}_4$  и  $\text{CO}_3$  остаются связанными, тогда как перемещаются  $\text{Na}_2$  и  $\text{Ca}$ . Аналогичное сродство существует и между факторами (генами), когда мы имеем сцепление признаков и т. д.

Появление новых форм при скрещиваниях иногда относят к явлениям мутации. Так, напр., Ю. Филипченко<sup>1</sup> приводит 3 случая мутации: 1) гены образуют различные сочетания друг с другом, 2) появление нового гена (скачковая мутация), 3) ступенчатая мутация (мутация с переходами).

Первый случай, т. е., когда гены образуют различные сочетания друг с другом, является собственно не мутацией, а появлением новой формы от различной перегруппировки при скрещивании уже имевшихся факторов, т. е. здесь имеется параллелизм с реакциями перемещения и замещения в неорганической химии. Такое появление новых форм от скрещивания есть второстепенный путь эволюции.

На первый план прогрессивной эволюции организмов, мне кажется, необходимо поставить мутацию, при которой появление новой формы нельзя отнести к скрещиваниям и приходится относить к появлению нового гена.

„Современная факториальная теория,

<sup>1</sup> См., напр., общедоступное изложение в книжке Р. Гольдшмидта „Учение о наследственности“ (перев. под ред. П. Шмидта, М. 1928).

<sup>1</sup> Ю. Филипченко. Изменчивость и ее значение для эволюции. Л. 1924.

писал Р. Регель,<sup>1</sup> выясняет вполне определенно процесс возникновения новых наследственных комбинаций уже существующих наследственных факторов. Но она совершенно не выясняет путей прогресса в эволюции организмов, требующего возникновения абсолютно нового. И далее Р. Регель пишет, что экспериментальные данные еще не доказали возможности возникновения абсолютно нового признака в современную эпоху. На этом основании Лотси отрицает прогресс современной эволюции организмов. Р. Регель сомневается в этом. Он указывает на возникновение яровых форм ячменя из озимых диких ячменей<sup>2</sup> (прогрессивная мутация), указывает, что некоторые из случаев, напр. в тщательных опытах Чермака, Нильсон-Эле, Кислинга, производят впечатление, что они имели дело с случаями прогрессивного гетерогенезиса. Но думаю, что в таких случаях необходима крайне тщательная проверка и тщательнейший эксперимент. Так, напр., Р. Регель вначале считал появление гладкоостных ячменей мутацией,<sup>3</sup> тогда как эксперимент Н. Вавилова<sup>4</sup> показал, что при скрещиваниях двух ячменей с шероховатыми остями могут появляться ячмени с гладкими остями. Таким образом, гладкоостность не есть мутация, т. е. образование чего-то нового, а объясняется скрещиванием, т. е. явлением аналогичным появлению ореховидного гребня у кур от скрещивания таких, у которых гребень гороховидный и венчиковидный.

Образование новых генов и связанное с этим появление новых форм должно было происходить другим путем, не гибридным, иначе невозможно объяснить прогресса в эволюции организмов. С другой стороны, появление новых генов, т. е. появление чего-то „абсолютно нового“, стоит в противоречии с законом вечности материи. Следовательно, образование новых генов должно получаться из уже существующей материи. Сущность такого явления остается до настоящего времени неразгаданной. Напр., Гольдшмидт пишет:<sup>5</sup> „несмотря на колос-

сальные успехи, сделанные исследованием наследственности за последние 25 лет, до настоящего времени не было возможности объяснить причину возникновения мутаций“. И далее: „нам ничего не остается более, как принять способность наследственных факторов к мутационному изменению просто как некоторый не подлежащий сомнению и реально существующий факт“. Таким образом мутация как появление нового фактора, при исключении гибридизации, есть несомненный факт. Как изменяется в таком случае ген и что в нем изменяется, остается опять-таки от нас скрытым. Но подчеркну указание: „нам ничего более не остается, как принять способность наследственных факторов к мутационному изменению“. Таким образом подчеркивается, что сам наследственный фактор, ген, способен мутировать, т. е. изменяться и преобразовываться в иной, новый ген.

В своих работах по систематике пшениц мне приходится наталкиваться на явления, которые я склонен относить к мутационным изменениям, напр., появление типа *inflatum* у *Triticum vulgare*, *Tr. durum*, *Tr. dicoccum* я склонен относить к мутационной изменчивости. Появление безлигульных твердых пшениц на о. Кипре, когда больше нигде на земном шаре они не существуют, я склонен также относить к мутационной изменчивости. Если отсутствие лигулы у *Triticum durum* явилось результатом скрещивания, как гладкоостность ячменей, то почему такие безлигульные *Tr. durum* не появились где-либо, кроме о. Кипра? Образование *Tr. turgidum*, *Tr. pyramidale*, *Tr. orientale*, *Tr. polonicum* я склонен также относить к мутационному явлению, а не к гибридизации. В центрах формообразования<sup>1</sup> мы имеем ряд переходных форм от остистых *Tr. vulgare*, со слабым намеком на тип *inflatum*, до типичных *inflatum* без остей, но с крючковидно загнутыми, короткими, остевидными образованиями и даже с отростками у основания, на подобие фурок у ячменей. Такое же явление мы видим географически совершенно в другом районе (в северо-восточной горной Африке)—тип *inflatum* для *Tr. durum*. Мы имеем в этом же районе ряд переходных форм между *Tr. durum* и *Tr. turgidum*. Получается

<sup>1</sup> Р. Регель. К вопросу о видообразовании. Труды прикл. бот., X, 1917, стр. 157—181.

<sup>2</sup> Р. Регель. К вопросу о происхождении культурных ячменей. Труды прикл. бот., X, 1917.

<sup>3</sup> Р. Регель. О возникновении гладкоостного ячменя Стасевича. Труды прикл. бот., IV, 1911.

<sup>4</sup> Н. Вавилов. О происхождении гладкоостных ячменей. Труды прикл. бот., XII, 1921.

<sup>5</sup> Р. Гольдшмидт. Учение о наследственности. М. 1928.

<sup>1</sup> Н. Вавилов. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений. Извест. Гос. инст. оп. агр., V, № 5, 1927.

впечатление, как-будто здесь происходит ступенчатое новообразование, ступенчатая мутация, отдельные звенья которой бывают и наследственные и ненаследственные.<sup>1</sup> Не думаю, чтобы тут имела место гибридизация, так как при допущении гибридизации возникает ряд вопросов, напр. вопрос, какие виды скрещивались и дали образование *Tr. turgidum*, *Tr. rugamidale* и т. д. Экспериментальными скрещиваниями *Tr. turgidum*, *Tr. rugamidale*, *Tr. polonicum* еще получить не удалось. К тому же пшеница, как правило, растение самоопыляющееся, перекрестное опыление происходит только иногда. При таком положении возникает вопрос, почему в центре формообразования наблюдается массовое наличие промежуточных форм, тогда как они почти не наблюдаются в отдаленных от центров формообразования районах, и там возделываются типичные *Tr. durum* и *Tr. turgidum*. Мне кажется, в данном случае в центрах формообразования происходит новообразование генов.

Но что представляет из себя ген? Г. Левитский<sup>2</sup> пишет: „Подобно тому как в химии молекулы и атомы уже на наших глазах приобретают реальность осязаемого факта, разрешаясь в сложные системы вполне реально составляющих их электронов, совершенно такое же явление наблюдается в настоящщее время и в учении о наследственности. Отвлеченные понятия «наследственных факторов», гипотетические схемы строения «наследственного вещества», неопределенные представления об ядре и хромосомах, как «носителях наследственности», сменяются сейчас на наших глазах в работах Моргана и его школы исследованием точной локализации генов и построением «топографических карт» хромозом“. Г. Левитским вводится новый термин „гилогенетика“ (*hylos*—вещество, материя), т. е. учение о материальных основах наследственности. Г. Левитский указывает, что все данные приводят

к „ферментной природе“ генов. В наиболее простом виде гены прямо представляются как „некоторые запасы соответствующих ферментов“. Затем на стр. 113 Г. Левитский указывает: „Изменчивость генов носит прерывистый характер (мутация). В этом отношении гены представляют полную аналогию с химическими молекулами и соединениями, и весь вопрос сводится лишь к тому, является ли ген своеобразной, очень сложной коллоидальной молекулой, или же тому, что мы называем геном, соответствует определенное химическое соединение или вещество“.

Если признать, а очевидно приходится признать, гены за материальные сложные молекулы, безразлично будут ли они сложной коллоидальной молекулой, ферментативной или другой какой-либо молекулой, то необходимо признать, что ген—сложная молекула, является органической молекулой, в которую входит углерод, и вообще состоит из химических элементов также, как, напр., энзимы, представляющие собой сложные белковые или близкие к белковым вещества, состоят также из химических элементов. Отсюда уже один шаг к предположению, что изменение гена, как сложной органической молекулы, может происходить от явлений аналогичных с изменениями органических веществ. Таким путем измененный ген, подчиняющийся в дальнейшем законам Менделя, как наследственный новый фактор должен уже реагировать в смысле появления нового признака.

Мы уже видели выше, что мутация происходит при появлении нового гена и является фактором прогрессивной эволюции организмов. Здесь мы подходим к гипотезе, допускающей появление нового гена, аналогично тому, как получают новые молекулы в органической химии. Но получение нового гена при отсутствии скрещивания говорит за то, что к прежнему гену как-будто ничего не прибавляется и ничего от него не отбавляется. Следовательно, новообразование гена происходит путем перегруппировки элементов, составляющих ген, аналогично перегруппировкам атомов или групп атомов (радикалов) в молекулах органических соединений, т. е. аналогично с явлением изомерии или метамерии.

Таким образом, одним из случаев мутации может быть явление изомерии составных элементов гена, или „изогенез“. Назовем элементы или группы элемен-

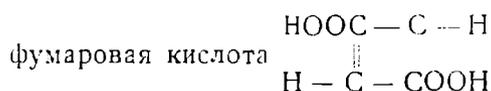
<sup>1</sup> Такие явления уже известны. Напр., М. Розанова (О параллелизме модификаций и наследственных вариаций. Труды Русск. бот. общ., XI, вып. 1—2, 1926) указывает, что *Ranunculus auricomus* v. *incisifolius* Reichb. может быть модификацией от *R. auricomus* v. *tyricus* Beck и наследственной вариацией. То же ею указывается относительно *R. cassubicus* v. *oblongifolius* и *R. cassubicus* v. *pseudoauricomus*, которые могут быть модификациями и наследственными вариациями.

<sup>2</sup> Г. Левитский. Материальные основы наследственности. Киев, 1924.

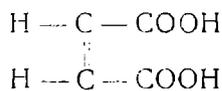


определяются иногда как виды (*species*); так, напр., мы имеем переходные наследственные формы между *Tr. durum* и *Tr. turgidum*, между *Tr. durum* и *Tr. pyramidale*, между *Tr. durum* и *Tr. orientale* и даже, повидимому, между *Tr. orientale* и *Tr. polonicum*. Если стать на точку зрения изомерии, то все эти виды — *Tr. durum*, *Tr. turgidum*, *Tr. pyramidale*, *Tr. orientale* и *Tr. polonicum* — следует признать изомерными (или изогенными) видами одной группы, которую в таком случае можно объединить общим видовым названием *Tr. sativaceum*.

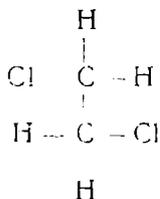
Одновременное существование переходных форм, наследственных и ненаследственных, не стоит в противоречии с явлениями изомерии, так как и между изомерами органических веществ имеются стойкие и нестойкие соединения, напр.,



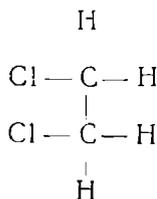
более устойчива, чем малеиновая кислота



Между сложными конфигурациями хлористого этилена наиболее прочной будет



потому что атомы хлора и водорода, взаимное сродство которых нам известно, ближе друг к другу, чем в схеме



Повидимому, в более стойких и менее стойких соединениях и в сродстве элементов мы имеем аналогию и в более устойчивых и менее устойчивых формах организмов и явления сцепления признаков.

При каких же условиях получают изомерные соединения? В органической химии перегруппировка и изомеры могут достигаться: 1) изменением температуры, 2) действием света, 3) действием известных катализаторов, 4) иногда же изомеры получаются самопроизвольно. Так, напр., малеиновая кислота под влиянием света превращается в фумаровую кислоту. Следов пода достаточно для превращения эфиров малеиновой кислоты в эфиры кислоты фумаровой и т. д. Известно, что в фенил-бромуксусной кислоте произошла рацемизация за время от января 1894 г. до мая 1898 г. (Вальден, 1898), т. е. здесь рацемизация, повидимому, произошла самопроизвольно. Не являются ли аналогичными этим явлениям так называемые длительные модификации, которые мы имеем для бабочек с измененной окраской крыльев под влиянием воздействия низких температур?

Если изомеры получаются под влиянием света, от изменения температуры, при воздействии катализаторов и т. д. и даже самопроизвольно, то, принимая мутационные изменения генов аналогичными изомерным изменениям, мы должны признать, что такие же причины могут вызывать мутационные изменения и в генах и, как следствие таких изменений, появление мутантов. В отличие от воздействия внешних условий на соматические клетки (ламаркизм), в результате которых получают ненаследственные модификации, здесь должно иметь место воздействие на половые клетки, в частности на хромосомы и на гены. Мы это уже имеем в случае, когда в 1927 г. Меллеру впервые удалось получить искусственным воздействием, именно влиянием рентгеновских лучей на самцов, мутации дрозофилы. — факт чрезвычайной важности, так как он наводит на аналогию между явлениями изомерии в органической химии от внешних воздействий с мутационными изменениями в живых организмах. Самопроизвольные мутации в живых организмах, причину которых пока нам не удавалось найти, можно поставить в параллель с самопроизвольными образованиями изомеров.

Аналогия с изомерией не стоит в противоречии с закономерностями изменчивости (номогенез Л. Берга и закон гомологических рядов Н. Вавилова), когда и у *Tr. vulgare* и *Tr. compactum*, и у вида, географически отдаленного — *Tr. durum*, мы имеем одинаковые изме-

нения в виде типа *inflatum*, безлигульность и т. д. Если допустить, что мутационные изменения аналогичны явлениям изомерии, то, где бы перегруппировка радикалов ни произошла, раз она одинакова, то и эффект должен быть одинаковым. Перегруппировка же радикалов в изомерах в химии происходит по определенным законам.

Подводя итоги, мы должны прийти к выводу, что мутационные изменения и, в частности, появления новых генов можно поставить в параллель с явлениями изомерии в органической химии. Я еще раз подчеркиваю, что здесь мною проводится только аналогия, параллель, но не тождество. В живых организмах, в генах, явления более сложные, но аналогия имеется, и в то же время такая аналогия объясняет нам целый ряд явлений прогрессивной эволюции. Такими изомерными новообразованиями генов можно объяснить появление новых организмов в живой природе, какое мы видим в различные геологические эпохи. Мутация является главным двигателем прогрессивной эволюции. Как вторичное явление, уже вступает в силу менделизм, естественный отбор и т. д.

Явление изомерии в органической химии — факт, теория строения (струк-

туры) — гипотеза. Так, мне кажется, и в живой природе: новообразования и прогрессивная мутация есть факт, тогда как взаимное расположение радикалов гена или аналогия с явлениями изомерии (изогенез) есть гипотеза. Как в явлениях изомерии объяснение образования изомеров в результате относительного перераспределения атомов в частице нас удовлетворяет, потому что оно приложимо к несметному числу случаев, но все же объяснение это гипотетично, так и в изогенезе объяснение образования новых генов путем перегруппировки радикалов может объяснить нам многие явления новообразования форм и прогрессивную эволюцию, но все же объяснение гипотетично. Вообще, необходимо сказать, что значение гипотез, теорий и всех форм приближенного знания кроется в их реальной полезности. Для нас важна гипотеза лишь тогда, когда она обобщает большое число отдельных наблюдений, связывает их в одно целое, дает таким образом возможность обнять их одним взглядом и вместе с тем ставить новые вопросы, допускающие опытную проверку, и предсказывать существование таких явлений, какие без ее посредства не могли быть предвидены.

## Прототип метра и длина световой волны<sup>1</sup>

В. Е. Мурашкинский

Не случайно Главная палата мер и весов поставила сегодня темой одной из речей вопрос о прототипе метра и о длине световой волны. Дело в том, что этот вопрос весьма живо и близко интересует метрологов всего мира. Чтобы понять его значение, необходимо, хотя на несколько минут, остановиться на большинстве настоящего собрания известной истории создания прототипа метра. Всем Вам известно, что основоположники метрической системы мечтали и стремились создать систему мер, основными единицами которой были бы единицы, взятые из природы. (Я здесь все время буду говорить лишь об единицах длины). Причиной этого были общие концепции той эпохи, эпохи

французской революции, эпохи поклонения Разуму. Кроме этого, были и другие, чисто метрологические причины, заставлявшие искать естественную единицу длины, а именно, желание создать единицу постоянную, не изменяющуюся со временем и не зависящую от рук человека. В качестве таких естественных единиц длины предлагались длина секундного маятника и длина одной десяти-миллионной четверти меридиана. Оба эти предложения поддерживались крупными учеными того времени. Второе предложение получило официальную санкцию французской Академии наук и правительства. На основании этого определения основной единицы новой системы мер и предполагалось создание основного эталона — метра. Для этой цели были произведены знаменитые работы по измерению дуги меридиана от

<sup>1</sup> Речь на Общем годовом собрании Главной палаты мер и весов 16 декабря 1928 г.

Дюнкерка до Барселоны. Когда эти геодезические работы были закончены, был изготовлен основной эталон в виде платиновой линейки, расстояние между конечными плоскостями которой и было признано за основную единицу длины. Декретом 1799 года эта платиновая линейка — называемая ныне архивным метром — была санкционирована как основной прототип метра. Более точные вычисления и обработка данных, полученных из работ Делабра и Мешэна по измерению дуги меридиана, показали, что эталон метра отличается от своего прототипа, т. е. длины одной десятиллионной четверти меридиана, на величину большую погрешности измерения этого архивного метра. Это было первым ударом по основному требованию естественной единицы длины. Уже тогда стало ясно, что с каждым более точным измерением основной естественной единицы, материальное воплощение этой единицы т. е. эталон, будет иметь переменные поправки или его придется заменить другим, более точным эталоном. Неудобство такого положения обнаружилось в самом начале, и указанным декретом 1799 года в качестве основной меры устанавливается не одна десятиллионная четверть меридиана, а именно, длина архивного метра.

Здесь мы подошли к вопросу об определении понятий прототипа и эталона. Эти понятия часто смешиваются, часто одно употребляется вместо другого. Будем под прототипом подразумевать меру или материальную (изготовленную руками человека), или естественную, или даже условную, меру, принятую государственным актом, национальным или международным соглашением за основную меру данной системы. Из этого определения ясно, что прототип не имеет ошибок, он абсолютно верен по самому его определению. Эталоном будем называть материальное воспроизведение, или материальную копию, прототипа, выполненную с наибольшей в данное время точностью. Таким образом, пионеры метрической системы вначале стремились за прототип мер длины принять длину части меридиана, а указанной платиновой линейке придать роль эталона.

Другая попытка установления естественной единицы длины, в виде длины секундного маятника, произведенная в Англии по отношению к ярду, была также скоро оставлена. Таким образом,

обе попытки создать естественный прототип длины окончились неудачей.

Архивный метр в течение 90 лет служил прототипом метра как для Франции, так и для ряда других стран.

Международная метрическая комиссия в своих первых собраниях в 1870 и 1872 годах постановила создать новый прототип метра (так же, как и килограмма), причем, учитывая неудачу выбора естественной единицы длины, комиссия постановила, что новая основная мера должна быть материальным прототипом. При изготовлении нового международного прототипа метра за основу должна быть принята длина архивного метра.

Не надо здесь забыть о той роли, которую играла Россия в лице Академии Наук в целом и отдельных академиков (Якоби, Вильд, Струве), представлявших Россию на первых генеральных конференциях мер и весов, в частности — о ее роли как в создании Международной метрической конвенции и установлении международного прототипа метра, так и в разработке того положения, что прототипом метра должна быть материальная мера, а не мера, взятая из природы.

Прошло девяносто лет со времени установления архивного метра, и в 1889 году Первой генеральной конференцией мер и весов был установлен новый международный прототип метра в том же виде, в каком он вот уже почти 40 лет является основой всех измерений длины. Позвольте напомнить, что архивный метр, имеющий теперь только исторический интерес, есть мера концевая: его длина определяется расстоянием между его конечными плоскостями. Во время изготовления архивного метра не было технических средств очень точно изготовлять и измерять так называемые штриховые меры, т. е. меры, длина которых определяется расстоянием между осями двух штрихов, нанесенных на одной из плоскостей этой меры. Поэтому, именно архивный метр, который стремились изготовить с возможной в данное время точностью, и был изготовлен в виде концевой меры. Международная метрическая комиссия при выборе типа прототипа метра приняла следующие основные требования: 1) наибольшая простота и предельная точность воспроизведения самого прототипа и его эталонов, 2) наибольшее постоянство длины прототипа. Относительно первого требования, на основании опыта

с архивным метром и эталоном ярда, было признано, что воспроизведение какой-либо известной в то время естественной меры может быть произведено с меньшей точностью и простотой, чем копирование материального прототипа. После ряда лет изысканий надлежащий материал и форма прототипа были найдены. Благодаря усовершенствованию методов компарирования, благодаря применению микроскопов с микрометрами выяснилась необходимость сделать новый прототип метра не в виде концевой, а в виде штриховой меры. За это решение был и тот факт, что, при единственно известном в то время контактном методе компарирования концевых мер, самые ответственные поверхности этих мер могут стираться, получать случайные повреждения. Это, как выяснилось, имело место с архивным метром. При повторных компарированиях возможно, поэтому, изменение длины прототипа.

Таким образом, при создании международного прототипа метра, во-первых, отказались от установления естественного прототипа и, во-вторых, концевая форма материального прототипа заменена штриховой. Точность измерения штриховых мер определяется совершенством компараторов, т. е. приборов для сличения таких мер, качеством самих мер, в частности качеством и толщиной штрихов.

Несмотря на особо тщательную разработку вопроса о материале для прототипа и об его форме, несмотря на то, что материал (иридиевая платина) и форма в виде X-образного сечения казалось бы давали достаточную гарантию неизменяемости длины прототипа со временем, все же необходимо было установить контроль неизменности его длины. В качестве такого контроля должно было служить сличение прототипа с национальными эталонами метра, которые, как Вам известно, были изготовлены одновременно с прототипом, из того же материала и той же формы, и сам прототип был выбран из этой серии 32 эталонов как метр, длина которого наиболее близко совпадает с длиной архивного метра. Кроме этого контроля, были установлены, так сказать, официальные эталоны-свидетели, которые хранятся вместе с прототипом и в тех же условиях. Такими эталонами-свидетелями являются метр № 13 и метр 1<sub>2</sub>.

Но остается еще вопрос, если длина прототипа остается постоянной по отно-

шению к эталонам, в частности к эталонам-свидетелям, то всегда возможен вопрос, не могут ли все эти меры, благодаря каким-либо внутренним процессам, изменять со временем свою длину совершенно одинаково или почти одинаково,—а ведь они изготовлены из одного материала и одной формы. Необходимо было, поэтому, для еще более надежного, еще более точного способа убедиться в постоянстве прототипа, установить какие-либо иные, независимые методы.

Эти именно обстоятельства и вызвали организацию работ Майкельсона и Бенуа в 1892 г. и Бенуа, Фабри и Перо в 1906—1907 гг. В основе этих работ была идея сравнения длины метра с длиной световой волны. Принцип этого метода заключается в том, что при помощи метода интерференции определяется число световых волн, заключающихся между двумя параллельными оптическими зеркалами,—это расстояние будем называть оптическим эталоном. Измерив в длинах световых волн значение расстояния между такими зеркалами, сравнивают это расстояние с длиной прототипа метра и находят, таким образом, число волн определенной частоты, т. е. для определенной спектральной линии, соответствующее длине прототипа.

В действительности вопрос об измерении длины прототипа в длинах световых волн далеко не так прост. Непосредственное интерференционное измерение числа волн между зеркалами с расстоянием в один метр остается и в настоящее время пока еще только мечтой метрологов. Дело в том, что до сих пор не найдено достаточно тонких и чистых спектральных линий, которые давали бы в данных обстоятельствах интерференцию при очень большой разности хода.

При поисках подходящих спектральных линий Майкельсон остановился на дуговом спектре кадмия; особенные преимущества в указанном отношении представляет красная линия кадмия 643.8 *мк*. В работе Фабри и Перо им удалось непосредственно измерить в длинах световых волн расстояние только в 62.5 мм. В обеих работах неизбежно пришлось применить весьма сложные и ответственные операции удваивания длин, т. е., измерив оптический эталон с таким расстоянием между зеркалами, при котором еще возможно непосредственное определение интерференционным методом числа волн, заключающегося между ними, этот эта-

лон сравнить интерференционным же методом с другим оптическим эталоном, имеющим вдвое большее расстояние между зеркалами, со вторым эталоном сравнить третий и т. д.

Второй весьма существенной операцией в обоих методах было сравнение расстояния между последней парой зеркал с длиной прототипа метра, т. е. сравнение меры по существу концевой с мерой штриховой.

Я не имею возможности говорить более подробно об этих замечательных работах, они опубликованы, скажу прямо, в увлекательном изложении в двух объемистых томах „Трудов и мемуаров Международного бюро мер и весов“.<sup>1</sup> Остановлюсь только на их результатах. Майкельсон нашел, что длина прототипа метра соответствует 1553 163.5 длины волны красной линии кадмия, откуда эта длина волны получается равной

$$6\,438.4722 \times 10^{-10} \text{ метра.}$$

Бенуа, Фабри и Перо нашли для этих величин следующие значения:

$$1 \text{ метр} = 1\,553\,164.13 \lambda_R,$$

$$\lambda_R = 6\,438.4696 \times 10^{-10} \text{ метра.}$$

Измерения Бенуа, Фабри и Перо были произведены, хотя и интерференционным методом, но существенно отличающимся от метода Майкельсона. Во всех интерференционных измерениях такого рода необходимо принимать во внимание физическое состояние воздуха во время измерения, т. е. его температуру, давление и влажность. В работе Майкельсона не была учтена влажность. Вводя в вычисления Майкельсона *a posteriori* и притом условно поправку на влажность, на переход от ртутного термометра к водородному термометру и на новые значения коэффициентов расширения штриховых эталонов, получим для длины волны красной линии кадмия:

$$\lambda_R = 6\,438.4691 \times 10^{-10} \text{ метра,}$$

$$\text{или } 1 \text{ метр} = 1\,553\,164.25 \lambda_R,$$

т. е. разница между числами, полученными из измерений Фабри и Перо и измерений Майкельсона, равна (для значения длины

волны)  $0.0005 \times 10^{-10}$ , или  $5 \times 10^{-14}$  метра, иначе говоря, разница не превышает  $1 \times 10^{-7}$  измеряемой величины, иначе говоря, почти того же порядка, даже ниже, как ошибки компараторных измерений длины. Такое совпадение надо признать случайным, так как точность измерения Фабри и Перо в пять-десять раз выше точности измерения Майкельсона.

Что же указывают эти результаты? Каковы их прямые следствия? Мы видим, что два измерения длины прототипа метра, произведенные существенно различными методами, через 14 лет одно после другого, дали почти совершенно совпадающие числа. Это как-будто подтвердило выполнение основного требования о неизменности длины прототипа метра.

Вторым основным следствием этих работ было установление эталонной длины волны красной линии кадмия. Число Бенуа, Фабри и Перо

$$\lambda_R = 6\,438.4696 \times 10^{-10} \text{ метра}$$

было санкционировано впервые в 1907 г. Международным союзом по исследованию солнца.<sup>1</sup>

С тех пор эта длина волны считается основной и к этому ее значению приводятся длины волн вторичных и т. д. эталонов волны во всех спектральных и интерференционных измерениях.

Если длина световой волны выражена в единицах основной меры длины, то всегда можно длину волны употреблять как промежуточную меру для измерения других мер, которые по тем или другим соображениям не могут быть или трудно могут быть сличены со штриховым прототипом метра. Это особенно относится ко всякого рода концевым мерам.

После этих работ интерференционные методы приобрели особое значение в метрологии. Укажем только на работы Шапки, Масэ-де-Лепинэ, Бюиссона по определению размеров кварцевого куба при определении веса воды в объеме одного кубического дециметра, на работу Перара по измерению кварцевых эталонов от 1 до 10 см, на работы Перара и Кестерса по изучению различных источников света при различных условиях в целях получения наиболее чистых и тонких спектральных линий, дающих

<sup>1</sup> A. Michelson. Détermination expérimentale de la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses. Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures. XI, 1895; Benoit, Fabry et Perot. Nouvelle détermination du rapport des longueurs d'ondes fondamentales avec l'unité métrique. L. c., XV, 1913.

<sup>1</sup> Transactions of the International Union for Cooperation in Solar Research. II, 1903, p. 17—28.

интерференцию с большой разностью хода, на работы Перара, Кестерса, Петерса и Бойда и других по измерению плоских калибров. Все эти работы указали на особо высокую точность интерференционных измерений концевых мер. Кроме того, уже сейчас найдена возможность измерять в длинах световых волн концевые меры, по словам Кестерса, до 200 мм и даже больше. Все эти интерференционные измерения дают длину концевой меры по отношению к прототипу метра через длину световой волны.

Прошло 20 лет со времени работы Бенуа, Фабри и Перо. Подобная работа в Международном бюро мер и весов еще не повторена. Только в Японии недавно была сделана совершенно подобная работа и тем же методом. К сожалению, о ней появилась только очень короткая заметка, и мы с нетерпением ждем подробного отчета о ней, чтобы судить о ее точности и о значении ее числовых результатов.

Таким образом, в настоящее время мы имеем международный прототип метра, а для контроля его постоянства—эталон-свидетели, кварцевые эталоны и длину световой волны. Я уже сказал, что соотношение между длиной прототипа метра и длиной волны красной линии кадмия было найдено Бенуа, Фабри и Перо, но когда об этом был сделан доклад Четвертой генеральной конференции мер и весов в 1907 г., то она весьма осторожно отнеслась к вопросу об официальном фиксировании этого соотношения,—в ее резолюции по этому вопросу сказано:<sup>1</sup> „Конференция присоединяется к мнению, высказанному Международным комитетом (мер и весов) о желательности, насколько это возможно, иметь в будущем контроль значений метра-прототипа при помощи физических явлений светового излучения“.

Конференция была права, вынося такую осторожную, даже более, туманную резолюцию. В 1920—1922 гг. обнаружилось, что эталоны, служащие для сравнения прототипа метра с длиной световой волны, изменили свою первоначальную длину (изменение произошло после 1901 г.), а именно, эталон № 26 удлинился на  $+0.38 \mu$ , а эталон  $T_3$  на  $+0.36 \mu$ .<sup>2</sup> Кроме того, для этих эталонов

был найден другой коэффициент расширения. Введя соответствующие поправки в числа Бенуа, Фабри и Перо, получим

$$1 \text{ метр} = 1\,553\,163.7 \lambda_R,$$

$$\lambda_R = 6\,438.4703 \times 10^{-10} \text{ метра};$$

значение метра в этом случае получим на 0.4 световой волны меньше, чем в первом случае. Полученные выражения несколько хуже сходятся с числами Майкельсона.

На упомянутой конференции Международного союза по исследованию солнца в 1907 г. было предложено, чтобы для длины волн красной кадмиевой линии было не только принято число Бенуа, Фабри и Перо, но чтобы это число оставалось неизменным, если даже при последующих измерениях будет получено другое число. Против этого предложения возражал сам Бенуа, говоря, что, фиксируя это число, в случае получения новых чисел, необходимо или вводить переменные поправки в таблицы длины волн, или же создавать новый эталон метра. Там же Бенуа указал, что окончательное установление такого соотношения между метром и длиной волны может быть произведено только Генеральной конференцией мер и весов.

Уже из этого видно, что почти тотчас после работы Бенуа, Фабри и Перо вновь стал возникать вопрос об естественной единице длины, и на этот раз такой естественной единицей длины выдвигается длина световой волны, т. е. вопрос о том, чтобы свести прототип метра на роль эталона, равного  $1\,553\,164.13$  или другому числу длин волн красной линии кадмия.

С развитием техники измерений, с развитием, уточнением и упрощением интерференционных методов для измерения концевых мер, в частности кварцевых эталонов и технических плоских калибров, вновь время-от-времени поднимается вопрос о признании световой волны за прототип длины. Посмотрим, насколько могут считаться здесь выполненными основные требования к прототипу, т. е. точность и простота его воспроизведения и его постоянство. В отношении первого требования можно сказать, что точность интерференционных измерений концевых мер выше обычной точности компараторных сличений. Что же касается постоянства, то здесь, повидимому, еще нужны очень большие работы по исследованию влияния всех возмож-

<sup>1</sup> Comptes Rendus des Séances de la Quatrième Conférence Générale des Poids et Mesures. 1907, p. 88.

<sup>2</sup> Guillaume. L'oeuvre du Bureau International des Poids et Mesures. (La Création du Bureau International des Poids et Mesures et son oeuvre). 1927, p. 124.

ных обстоятельств. Назовем здесь только главные: присутствие спутников спектральных линий, условия самообращения, чистота материала и отчасти связанный с ней вопрос об изотопии, влияние различных способов получения спектральной линии, в частности даже такие детали, как толщина капилляра трубки и т. д., влияние самоиндукции в цепи, электрического и магнитного поля, влияние присутствия углекислого газа и ряд других обстоятельств. Часть из этих обстоятельств еще не окончательно изучена, а часть почти совсем не изучена. Более того, кроме длины красной линии кадмия, о которой здесь я говорил, в качестве основной единицы длины выдвигаются другие линии или другие способы ее получения.

Этот вопрос был вновь выдвинут на шестой в 1921 г. и на седьмой в 1927 г. Генеральных конференциях мер и весов. На второй из них этот вопрос был выдвинут официально Бюро стандартов (Вашингтон) в виде определенного, подробно мотивированного предложения. Позвольте мне привести из него только очень краткую выдержку.<sup>1</sup>

„Предлагается, чтобы Конференция приняла длину волны красной линии паров кадмия, определенную Бенуа, Фабри и Перо, как основной эталон для длин световых волн. Длина этой волны равна  $6438.4696 \times 10^{-10}$  метра“. (Далее идет подробная спецификация условий получения спектра кадмия).

„Метр должен быть определен отношением: 1 метр = 1355 164.13 длин волн красной линии кадмия...“. Далее говорится: „Теоретические соображения говорят за признание как постоянной и основной единицы длины длины волны красной линии кадмия, которая, по желанию, может быть получена в любой лаборатории с максимальной точностью, возможной для оптических измерений“.

После заявления директора Международного бюро мер и весов Гильома, что здесь дело идет не об установлении истинного соотношения между метром и длиной волны, но только об установлении метрического значения последней, которое может быть изменено при дальнейших измерениях, седьмая Конференция присоединилась к постановлению Комитета мер и весов по этому вопросу.

В этом постановлении Комитет принимает, хотя и в очень неопределенной форме, американское предложение, но говорит в конце: „значение метра, временно выраженное в длинах волны красной линии кадмия, равно  $1\,553\,163.13 \lambda_R$  с точностью до последней значащей цифры“.

Одновременно седьмая Конференция принимает предложение Танакадате о желательности дальнейшего исследования лампы Нагаока, дающей очень яркие, тонкие и чистые линии, и предложение Кестерса о желательности дальнейших исследований в национальных метрологических учреждениях линии криптона  $560 m\mu$  в целях установления ее в качестве эталона длины волн вместо красной линии кадмия.

Мне совершенно неизвестно, почему именно седьмая Конференция узаконила старое число Бенуа, Фабри и Перо при наличии нового, более точного. Вообще это принятие трех резолюций по этому вопросу нельзя назвать особенно ясным.

Какие же выводы можно сделать из 130-летней истории метра? Безусловно надо признать, что установление естественного прототипа длины—это дело будущего. Но даже при современных наших знаниях об интерференционных методах, о строении ряда спектральных линий можно сказать, что интерференционные измерения концевых мер значительно точнее компарирования штриховых мер. При анализе возможной точности измерений Бенуа, Фабри и Перо, самой значительной погрешностью входит сличение концевых оптических мер с штриховым метром. Эта погрешность значительно понижает точность конечных чисел. Метода же чисто интерференционного для сличения концевых и штриховых мер мы не знаем. Изготовление оптических плоскостей достигло в настоящее время очень большой точности. Кроме того, при интерференционных сличениях концевых мер их конечные плоскости могут не испытывать тех повреждений, которые были возможны при контактных сличениях.

Таким образом, штриховой прототип метра, который должен быть известен с предельной достижимой точностью при наличии интерференционных методов, едва ли можно считать удовлетворяющим этому требованию. Вполне естественно и понятно, что с развитием техники, с усовершенствованием и уточнением методов измерения любой прототип рано или поздно перестает удовлетворять

<sup>1</sup> Comptes Rendus des Séances de la Septième Conférence Générale des Poids et Mesures. 1928, pp. 52—53, 85.

своему назначению. Архивный метр существовал 90 лет, современный международный прототип существует почти 40 лет.

Повидимому, может настать время, когда необходимо будет поставить вопрос о новом прототипе, прототипе концовом. По аналогии с теми соображениями, которые легли в основу создания современного прототипа метра, новый концевой прототип должен быть равен современному международному прототипу метра, насколько это возможно при современных методах сличения концевых мер со штриховыми. Та же система одновременного изготовления большой серии эталонов, один из которых будет выбран как прототип, должна быть применена и для нового прототипа.

Какую же роль при новом прототипе будет играть длина световой волны?

Совершенно несомненно, что при самом установлении нового прототипа и его эталонов придется пользоваться интерференционными методами; во-вторых, после создания нового прототипа, более непосредственно, т. е. без промежуточных, вводящих большую погрешность сличений со штриховой мерой, длина волны будет сличена с метром, и раз более непосредственно, значит и более точно. Длина волны выбранной линии, получив свое новое, более точное значение, сможет служить эталоном свидетелем нового метра, но... пока не прототипом. Если в дальнейшем и можно будет с достаточным основанием принять длину волны за прототип, то совершенно несомненно, что эталонами для этого прототипа будут, конечно, не штриховые, а концевые меры.

## Научные новости и заметки

### АСТРОНОМИЯ

#### От Гарвардской обсерватории

**О Леонидах и других метеорах.** Из отчетов обсерваторий видно, что Леониды начали снова показываться. С 902 года н. э., получившего название „звездного года“, это, повидимому, их 31-е появление. Однако, не о всех предшествующих появлениях имеются сведения. Работы Ньютона, Адамса и Скиапарелли, относящиеся к 60-м гг. XIX века, основаны на данных относительно лишь 15 появлений. Эти данные, разбросанные в хрониках Европы, Ближнего Востока, Африки и Китая, были собраны Хладни (Chladni), а после него Герриком (Herrick), Чезльсом (Charles), Перри (Perrey), Био (Biot) и А. Кетле (Quetelet). Кетле сделал историческую сводку всех метеорных потоков в серии каталогов, из которых последний появился в 1861 г. Сведения о Леонидах, собранные Ньютоном и опубликованные в „American Journal of Science“ за 1864 г., остались почти без изменений до настоящего времени, хотя с тех пор прошло уже шестьдесят четыре года. Между тем, несомненно, многие исторические источники не обследованы. Сюда относятся памятники индийской и, быть может, египетской литературы, донесения иезуитских миссионеров в Канаде, сообщения, посылавшиеся военными и гражданскими властями из французских колоний в метрополию, сообщения, получавшиеся церковными и светскими властями Мадрида и Лиссабона из испанской Америки, Бразилии и Филиппин. Быть может, корабельные журналы и дневники торговых людей также содержат в себе указания на метеоры, а в том числе и на Леониды. Исследование астрономии майя также может дать что-нибудь новое. Трудно поверить, чтобы исследование китайской литературы, законченное Э. Био 80 лет тому назад, исчерпало этот обширный резервуар сведений. Наконец, литературные памятники Японии и Кореи также еще далеко не исчер-

паны. Ввиду изложенного, было бы желательно, чтобы все, кто имеет доступ к этим источникам или знаком с их содержанием, опубликовали возможно полнее и возможно скорее списки древних наблюдений о метеорах или выслали копии сообщений тем лицам и учреждениям, которые могут их использовать. Единственное астрономическое знание, которое необходимо для этих исторических изысканий, это—умение разбираться в соответственном календаре Хронологические данные касательно Леонидов, вероятнее всего, могут быть найдены в начале каждого столетия, а затем в тридцатых и шестидесятих годах. Втечение ряда столетий они появляются в начале ноября, но до того они являлись в октябре, а еще раньше в сентябре. Указания на Леониды и другие метеоры могут обнаружиться даже в хорошо известных сочинениях, в которых этого даже нельзя было ожидать. Могут быть, конечно, найдены и совершенно неизвестные памятники древнего времени, эпохи Возрождения и Средних веков.

Настоящее воззвание уже рассылалось частным порядком, и в результате были получены сведения из русских летописей от Д. О. Святского из Ленинграда, а также хронологические указания, вероятно относящиеся к Леонидам, от К. Хирайамы (Hirayama)—Обсерватория Токио—из японских и корейских источников. Из числа их восемь являются совершенно новыми для западной астрономии и заполняют существенные пробелы в наших сведениях. Нет сомнения, что отклик ученых на это приглашение окажет большую услугу науке. Гарвардская обсерватория просит не отказать также в высылке ей оттисков и копий всех публикаций и печатных материалов по этому вопросу.

*Виллард Фишер.*

Гарвардская обсерватория

Кембридж, Масс.

САСIII.

## БОТАНИКА

**Геоботанические исследования в Нижегородской губернии.** В 1925 г. Нижегородский естественноисторический музей предпринял всестороннее исследование природы Нижегородской губернии, причем руководство ботанической частью этих исследований было поручено профессору В. В. Алекину. С 1926 г. эти исследования перешли в ведение Ассоциации по изучению производительных сил Нижегородской губернии, благодаря чему предварительные задания исследований были значительно расширены.

Геоботаническая экспедиция составляла часть комплексной экспедиции, имевшей целью всестороннее исследование Нижегородской губернии. Работы ее продолжались до 1926 г. Полученные результаты опубликованы в четырех выпусках „Предварительных отчетов“ экспедиции [отдельные оттиски из „Производительных сил Нижегородской губ.“ (I—1925 г., II—1926 г., III—1927 г., ч. 1 р. 25 к.; IV—1928 г., ч. 1 р. 75 к.)]. В дальнейшем предполагается опубликование „Трудов“ экспедиции, которые должны быть завершены „Флорой“ Нижегородской губернии. Первый том этих „Трудов“, посвященный растительности Лукиановского уезда, находится сейчас в печати.

В каждом из этих „Предварительных отчетов“ имеется план работ на предстоящий сезон, излагаемый В. В. Алекиним, затем ряд очерков участников экспедиции, наконец сводка результатов исследований, сделанная также В. В. Алекиним.

Участие в экспедициях принял ряд специалистов, которые были объединены в 4 партии. В общей сложности, всеми четырнадцать экспедициями было пройдено около 16 200 км, составлено описание 5 700 площадок различных размеров (от 100 кв. м до 1 кв. м), гербарных материалов собрано 30 000 листов.

Из интересных данных, добытых экспедицией, нужно отметить нахождение в части Нижегородской губ., лежащей к югу от Волги, среди сосновых и дубовых лесов степных ассоциаций, которые ни в коем случае не могут рассматриваться как заносные, а несомненно являются реликтом растительности, существовавшей здесь до завоевания этого района лесом. Быть может мы имеем здесь климатические послеледниковые реликты, аналогичные степным реликтам, описанным Д. И. Литвиновым для Ленинградской губернии.

Очень важным является более точное установление границ ареалов некоторых видов, как, например, пихты, лиственницы и др. Знакомство с флорой Нижегородской губернии обогатилось, благодаря сборам экспедиций, 79 видами, до сих пор для этой губернии не указанными, и 5 видами, вновь описываемыми.

Результаты работ экспедиций завершатся составлением геоботанической карты губернии; было бы желательно, чтобы она сопровождалась и картой хозяйственного использования и теми выводами самих участников исследований, которые могут быть сделаны из полученных ботанических данных для целей сельского хозяйства губернии.

*Е. Вульф.*

## БИОЛОГИЯ

**Эмбриональные черты в строении человека.** В журнале „Человек“ (1928, № 2—4) П. П. Иванов сообщает о чрезвычайно любопытных наблюдениях амстердамского ученого Болька

над зародышами шимпанзе и гориллы, длиной 23—24 см.

Одним из наиболее бросающихся в глаза отличий человека от человекообразных обезьян является отсутствие у человека густого волосяного покрова; у человека густые волосы имеются лишь в определенных местах тела, а кроме того очень редкие волосы разбросаны почти по всему телу. Однако, у младенца в последние месяцы утробной жизни имеется сплошной и довольно густой покров из тонких и коротких волос, т. е. lanugo, покров, исчезающий до рождения.

У зародышей гориллы и шимпанзе, исследованных Больком, тело покрыто волосами, но они настолько коротки, что кожа кажется голой. Как видно из рисунков, волосы хорошо развиты на голове, на верхней губе и на подбородке. Замечательно, что у зародыша шимпанзе волосы короткие и курчавые и сидят пучками, как у негров, тогда как у зародыша гориллы они прямые и сидят равномерно, как у европейцев. Затем у зародыша гориллы волосы на голове образуют пробор и доходят до бровей, а у зародыша шимпанзе пробора нет, и имеется голый лоб.

Такое расположение волос на лбу, какое видно на рисунке у шимпанзе, можно наблюдать иногда и у детей. У новорожденной гориллы тело, как и у человека, голое (волосы есть только на голове), и лишь на втором месяце после рождения волосы вырастают на теле. „Отсюда следует, что гомологом волосяного покрова шимпанзе и гориллы у человека являются волосы на голове, усы, борода и редкие волоски на теле взрослого человека, но не lanugo; последний есть специально зародышевой волосяной покров, повидимому свойственный и зародышам антропоидов. Общий же вывод мы должны сделать тот, что характерное для человека расположение волос на голове и около рта у гориллы и шимпанзе является временной, зародышевой фазой их волосяного покрова. Другими словами, не человек существованием у его зародыша первичного пуха повторяет в своей зародышевой жизни стадию сплошного волосяного покрова антропоидов, а наоборот, горилла и шимпанзе в своей зародышевой жизни проходят временную фазу, которая у человека остается на всю жизнь. И, наконец, исчезновение волосяного покрова у чело-

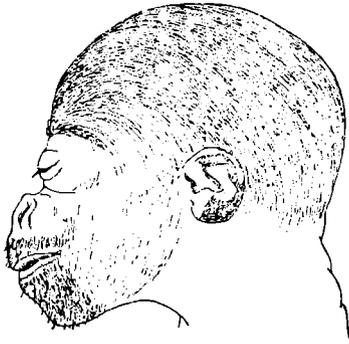


Фиг. 1. Голова зародыша гориллы.



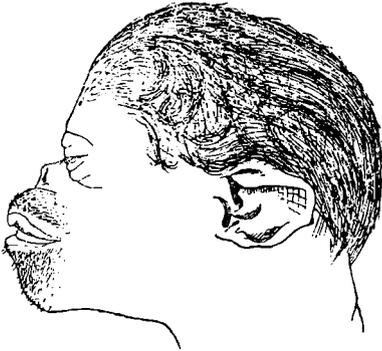
Фиг. 2. Голова зародыша шимпанзе.

века не есть результат действия внешних условий или приспособления, а произошло под влиянием каких-то внутренних факторов самого эмбрионального развития<sup>а</sup>.



Фиг. 3. Голова зародыша гориллы.

Итак, волосяной покров человека носит, по сравнению с высшими обезьянами, эмбриональный характер. Больк находит в организации человека



Фиг. 4. Голова зародыша шимпанзе.

и другие эмбриональные черты. Если мы посмотрим на ушную раковину зародыша гориллы, то увидим, что она весьма похожа на то, что наблю-

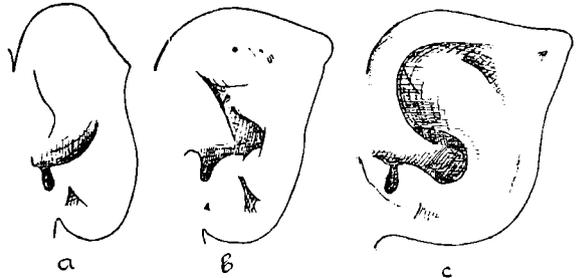


Фиг. 5. Голова человеческого зародыша.

дается у взрослого человека: она закруглена, снабжена мочкой и лишена того остатка остроконечного уха млекопитающих, какой можно видеть даже у некоторых взрослых людей. Таким образом,

ухо взрослого человека частью сохраняет более примитивные черты, чем у зародыша гориллы. Замечательно, что мочка у взрослой гориллы выражена слабее, чем у зародыша. На веках зародышей гориллы и шимпанзе есть складки, исчезающие уже у новорожденных обезьян. У человека такие складки на веках остаются на всю жизнь. У взрослых шимпанзе и гориллы хвостовой отдел позвоночника редуцирован в большей степени, чем у человека. Помимо того, у человека зародышевая искривленность хвостовых позвонков сохраняется на всю жизнь, тогда как у взрослых гориллы и шимпанзе хвостовой отдел позвоночника расположен почти прямо.

Наибольшим количеством зародышевых признаков обладает монгольская раса, но отсюда, говорит проф. Иванов, нельзя делать вывода о примитивности монголов, ибо у других рас есть иные зародышевые признаки, напр. отсутствие пигмента в коже у европейца есть признак зародышевый.



Фиг. 6. Стадии развития раковины павиана *Semnopithecus tauricus*.

Рассматривая вопрос о причинах наличия эмбриональных признаков у взрослого человека, Больк приходит к выводу, что дело здесь в работе эндокринной системы, которая ускоряет развитие одних органов, замедляет — других. Однако, говорит проф. Иванов, всякие изменения в эндокринной системе должны быть соподчинены каким-либо изменениям в других органах тела, в противном случае эффект изменения внутренней секреции будет чисто патологический. Причину сохранения у взрослого некоторых зародышевых признаков проф. Иванов видит в том, что регрессивные органы запаздывают в эволюции, напротив, прогрессивные — развиваются ускоренно. *Л. Берг.*

**Новые данные по биологии миног.** Типичная речная минога (*Lampetra fluviatilis*) в восточной Европе встречается лишь в бассейне Балтийского моря и в Дунае. Типичная ручьевая минога (*Lampetra planeri*) распространена шире: она водится там же, где и речная, а кроме того — во многих реках бассейнов Черного и Каспийского морей. Западноевропейские зоологи склонны считать речную и ручьевую миног за две формы одного и того же вида. Но русские ихтиологи никогда не сомневались в том, что мы имеем дело с двумя разными видами: образ жизни и географическое распространение обеих форм различны.

Речная минога достигает крупной величины, в среднем в Неве 31—32 см. Личинки ее живут в устьях Невы; достигнув длины в 9—10 см, они весной, в апреле-мае, превращаются во взрослое состояние и весной же, надо думать, уходят в море. Здесь минога питается. Сколько времени она живет в море, неизвестно. Из моря речная минога для икротетания входит осенью (сентябрь, октябрь)

в реки, мечет здесь икру весной следующего года, в мае-июне, и после того, повидимому, вся погибает.

Напротив, ручьевая минога живет исключительно в пресной воде, не совершая никаких миграций в море. Она достигает меньшей величины, 20—25 см, по превращении в ту же весну мечет икру в конце мая и затем погибает. Личинки ручьевой миноги достигают более крупной величины, чем у речной.

Обычно принимают, что ручьевые миноги отличаются от речных, между прочим, тем, что у ручьевых оба спинных плавника соприкасаются, тогда как у речных они отделены более или менее заметным промежутком (в 0.5—2.3 см) друг от друга. Вейсенберг (1925), наблюдавший оба вида в Германии в аквариуме, говорит, что это неверно: у ручьевой миноги, сейчас же после превращения, спинные плавники отделены друг от друга промежутком; с другой стороны, у речной миноги во время нереста оба плавника оказываются соприкасающимися точно так же, как и у ручьевой. То, что этого до сих пор не замечали, объясняется тем, что речную миногу обычно не ловят во время икротетания, тогда как в отношении ручьевой справедливо обратное: как правило, ее наблюдают только во время нереста. Второе отличие между обоими видами состоит в том, что превратившаяся речная минога имеет незрелые половые железы, а превратившаяся ручьевая — созревшие. Третье приводимое обычно отличие обоих видов заключается в том, что у ручьевой миноги зубы тупые, а у речной острые. Это, по наблюдениям Вейсенберга, не совсем справедливо. У ручьевой миноги, которая сейчас же после превращения мечет икру и потом погибает, действительно, зубы тупые, но у речной миноги зубы бывают сначала острыми, а потом, ко времени икротетания, они тоже становятся тупыми.

Эти наблюдения, и в отношении плавников, и половых органов, и зубов, подтверждены М. М. Ивановой-Берг и для несвоей речной миноги. У половозрелых речных миног ко времени икротетания спинные плавники соприкасаются. Зубы у миног, вошедших осенью в Неву из Финского залива, становятся из острых постепенно все более и более тупыми и ко времени икротетания делаются совершенно тупыми. Число икринок у взрослой ручьевой миноги — около 1 000, тогда как у речной — от 24 до 40 тысяч штук. Икра у ручьевой миноги крупнее, чем у речной.

В море (в Балтийском, Немском) речную миногу встречали, начиная от 17 см; у таких зубы острые и в кишечнике наблюдаются остатки пищи: икра рыб, мальки и проч. Повидимому, она в море может нападать на рыб и питаться их мясом. Когда речные миноги начинают осенью входить в реки, питание у них постепенно прекращается, кишечник чрезвычайно сокращается в объеме, и, как показал Вейсенберг (1927), во время икротетания и перед ним (напр., в марте) передняя часть кишки совершенно лишена просвета, так что животное не имеет возможности питаться. По состоянию половых органов после икротетания видно, что вторичного икротетания у речной миноги не происходит. Относительно ручьевой миноги еще Кесслер (1864) сообщал, что у личинки ее кишечник очень широк и почти всегда туго набит пищею; напротив того, у превратившейся ручьевой миноги кишечник очень узок, „имеет форму узкой струнки и, повидимому, вовсе не служит уже для приема пищи“. Это наводит Кесслера на мысль, что взрослая минога не ест, не растет и после нереста гибнет. Позднейшие наблюдения вполне подтвердили эту догадку. У ручьевой миноги перед-

ний конец кишечника во все время метаморфоза и по окончании его непроходим, да кроме того, она сейчас же по окончании метаморфоза мечет икру, а затем гибнет. (М. М. Ивановой-Берг. Изв. Отд. прикл. ихтисл., IX, в. 3, 1929).

Л. Б.

### Протоплазма как динамическое понятие. 1)

Под этим заглавием помещен в одном из последних томов журнала „Protoplasma“<sup>2</sup> очень оригинально составленный автореферат покойного Н. М. Гайдукова. В нем дан краткий обзор результатов старых работ автора (1905—1910) и их оценка с точки зрения современного состояния коллоидной химии протоплазмы; в заключительной части статьи изложены общие взгляды автора на самое понятие протоплазмы. Статья представляет большой интерес для истории коллоидной химии протоплазмы. Для того, чтобы понять, какую роль сыграл в ней Гайдуков, достаточно напомнить, что представляла из себя в то время сама коллоидная химия. Говоря словами автора, в те времена различали золи и гели, а последние разделяли на обратимые и необратимые. Коллоидно-химические представления редко встречались тогда в цитологии. Огромной заслугой Гайдукова является введение им в изучение протоплазмы методики исследования в темном поле (Dunkelfeld) и ультрамикроскопии. Редакция журнала „Protoplasma“, снабдившая кратким послесловием эту посмертную статью Гайдукова, справедливо замечает, что одно это дает ему право на почетное место в истории исследования протоплазмы.

Ультрамикроскопические исследования Гайдукова позволили ему высказать ряд соображений, полностью подтвердившихся в последние годы. Прежде всего, он был одним из первых, обративших должное внимание на мицеллярную теорию Нэгели. Ведущее начало от Нэгели учение о коллоидных частичках как о комплексах молекул — большей частью кристаллического характера — стало теперь достоянием любого учебника коллоидной химии. В известном руководстве Жигмонди все учение о структуре коллоидных частичек построено на основе теории Нэгели; но едва ли многим известно, что первым, кто обратил внимание Жигмонди на работы Нэгели, был именно Гайдуков. Он был, далее, одним из первых, кто охарактеризовал протоплазму как комплекс коллоидных растворов — гидрозолей; вместе с тем, он признал, что, наряду с ультрамикроскопическими частичками, в протоплазме имеются частички и микроскопических размеров и что между теми и другими нельзя провести резкой грани. Если нам теперь эти представления кажутся довольно обычными, то в то время они представляли большую новизну.

Гайдуков с полной определенностью говорил в своих старых работах о пленке (Plasmahaut) как на наружной поверхности протопласта, так и на стенках вакуолей. Он приписывает поверхностным пленкам характер геля и сравнивает их с защитными коллоидами. Пишущий эти строки полагает, что последнее сравнение едва ли может быть признано удачным: защитный коллоид (напр., белок) обволакивает частички другого коллоида (напр., золота) и тем повышает его устойчивость. Характер же поверхностной пленки с трудом позволяет говорить о защитном действии в коллоидно-хими-

<sup>1</sup> Das Protoplasma als dynamischer Begriff. Protoplasma, VI, 1929, стр. 162—196.

<sup>2</sup> См. некролог Н. М. Гайдукова в „Природе“, 1929, № 3, стр. 269.

ческом смысле. Но как бы то ни было, Гайдуков ясно понимал уже в те годы, что поверхностные пленки являются результатом коллоидных превращений в сложном комплексе гидрозолей, образующих протоплазму.

Смерть протоплазмы Гайдуков, как и многие авторы после него, представлял себе как коагуляцию: комплекс гидрозолей превращается при этом в комплекс гидрогелей. Гайдуков различает застывание протоплазмы при убивании клеок и осаждение, наступающее при отмирании их.

Общим выводом из всех исследований Гайдукова является утверждение, что в состояниях протоплазмы, как живой, так и мертвой, нет единства. Ссылки на данные ряда позднейших авторов, приходивших по одним и тем же вопросам (вязкость, проницаемость и т. д.) к самым противоречивым выводам, служат для Гайдукова подтверждением правильности этой точки зрения. К многочисленным ссылкам, приведенным у Гайдукова, референт хотел бы добавить еще одну. Незадолго до появления статьи Гайдукова, Лизеганг в своей сводке по биологической коллоидной химии (1928) высказал ту же мысль, что предметом исследования должно быть не состояние протоплазмы, а многочисленные состояния ее и их переход одного в другое.

В настоящее время, когда по коллоидной химии протоплазмы накопилось очень много данных и когда сходные мысли высказываются многими (хотя и далеко не всеми) авторами, положения Гайдукова могут показаться хорошо известными и самоочевидными истинами. Но четверть века тому назад это были, во всяком случае, не вполне обычные представления; обсуждая их с современной точки зрения, мы можем оценить ту, действительно, большую роль, которую сыграл Гайдуков в истории коллоидной химии протоплазмы.

Исходя из представлений о разнородности протоплазмы и полиморфизме ее состояний, Гайдуков развивает свои общие взгляды на самое понятие протоплазмы. Постоянная изменчивость ее не позволяет говорить о неизменных ее свойствах, причем это относится в равной мере и к живой и к мертвой протоплазме. Под протоплазмой надо разуметь ту часть клетки, в которой постоянно происходят элементарные жизненные процессы и которая всегда находится в состоянии новообразования. Элементарные процессы в протоплазме, связанные так или иначе с превращениями золя в гель (и обратно), являются, по мнению Гайдукова, причиной формообразовательных процессов как внутри клетки, так и вне ее. Элементарные процессы меняют непрерывно направление в пространстве, и именно поэтому-то так трудно уловить оптическую анизотропию (неоднородность) в протоплазме.

Вывод из всего этого тот, что протоплазма, общие свойства которой выражаются в подвижности, текучести, разнородности и изменчивости, должна рассматриваться не как статическая, а как динамическая система.

А. Рабинерсон.

ГЕНЕТИКА

**Генетическое и цитологическое доказательство транслокации.** <sup>1</sup> Сообщение Ф. Г. Добжанского „Генетическое и цитологическое доказательство транслокации, относящейся к третьей и четвертой хромозоме *Drosophila melanogaster*“ пред-

ставляет выдающееся явление в области исследования материальных основ наследственности. Оно является как бы заключительным звеном в серии работ, дающих конкретные цитологические подтверждения учению Моргана о локализации наследственных факторов. Если исследования Бриджса над особями *Drosophila* — с тремя и Моргана — с двумя сцепленными друг с другом X-хромосомами окончательно утвердили связь определенных генов с определенной парой хромосом, то данные Добжанского направлены на доказательство наиболее теоретической части построений Моргана — учения о линейном расположении генов в хромосомах.

Явление „транслокации“ генетически выражается как сцепление между генами, принадлежащими к разным хромосомам и поэтому нормально комбинирующимися совершенно свободно. Бриджс, открывший впервые такое явление (1923), объяснял его переносом соответствующей части одной хромозомы в другую, не аллеломорфную с первой, так что два ранее независимые друг от друга гена оказывались „сцепленными“ в одной и той же хромозоме. Нужно сказать, однако, что цитологическая картина соответствующих хромосом оказалась недостаточной для конкретного подтверждения такого объяснения. Точное, одновременно и генетическое и цитологическое, доказательство „транслокации“ как-раз и дается в настоящей реферируемой нами статье. Автор воспользовался прежде всего тем, что под влиянием рентгеновских, или X-лучей, как это показали Меллер (1928) и Вейнштейн (1928), эти изменения, в нормальных условиях вообще редкие, становятся весьма обычным явлением и могут быть получены в больших количествах. Исследование Добжанского настолько важно, что заслуживает более подробного разбора.

Постановка опытов автора — весьма тщательно обдуманная — была следующая: обработке X-лучами подверглись самцы, гетерозиготные для доминирующего гена „bristle“ (Bl), заключенного во „второй“ хромозоме, и для такого же гена третьей хромозомы — „dichaete“ (D). Эти рентгенизированные самцы были скрещены с обычными „необработанными“ самками, отличающимися от „диких“ обоими рецессивными генами „yellow“ в половой, т. е. X-хромозоме, и подобными же генами „eyless“ (ey<sup>2</sup> — „безглазая“) в четвертой, маленькой хромозоме дрозофилы. Кроме того, эти самки принадлежали к расе со спаянными в одну общую дужку своими X-хромосомами (состава хху). Эта аберрантная раса представляет ряд удобств и с недавнего времени сделалась обычным исходным материалом при генетических исследованиях дрозофилы. Таким образом, если обозначить доминирующие гены прописными буквами, а рецессивные — маленькими, рентгенизацию — знаком +, а ее отсутствие — знаком —, то указанное скрещивание выражается такой схемой (столбцы I и II):

I		II		III		IV		
♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
X	y	x	x	y	X	y	x	y
+	+	-	-	-	+	-	-	-
Bl	bl	bl	bl	-	Bl	bl	bl	bl
+	+	-	-	-	+	-	-	-
D	d	d	d	-	D	d	d	d
+	+	-	-	-	+	-	-	-
Ney <sup>2</sup>	Ney <sup>2</sup>	ey <sup>2</sup>	ey <sup>2</sup>	-	Ney <sup>2</sup>	ey <sup>2</sup>	ey <sup>2</sup>	ey <sup>2</sup>
+	+	-	-	-	+	-	-	-

В потомстве этого скрещивания были отобраны самцы „BlD“ (столбец III). В каждой паре их хромосом одна оказывается рентгенизированной и обладает доминирующим геном. Такие четыре-

<sup>1</sup> Dobshansky, Th. Genetical and cytological proof of translocations involving the third and the fourth chromosomes of *Drosophila melanogaster*. Biol. Centralbl., XLIX, 1929, № 7.

жды гетерозиготные особи должны дать 16 родов гамет, а будучи скрещены с гомозиготно-рецессивной „не обработанной“ самкой (столбец IV) — 16 фенотипически различных классов, представляющих все возможные комбинации хромозом самца с хромозомами самки. Действительно, в 112 культурах эти все 16 типов и были обнаружены. В четырех, однако, случаях гены В1 и D оказались во всех особях соединенными вместе, а в пяти культурах то же имело место между генами D и eу<sup>2</sup>. Такое полное сцепление между генами, обычно заключенными в разных хромозомах, свидетельствует о наличии здесь их „транслокации“ в одну и ту же хромозому. Более подробно исследованию были подвергнуты пять культур, заставлявшие предполагать в них какое-то „сцепление“ между третьей и четвертой хромозомой (гены D и eу<sup>2</sup>). Сцепление это оказывается абсолютным, если дело идет о самцах, не дающих, как известно, у дрозофилы „перекреста“ и „обмена“ генами между аллеломорфными хромозомами; если же из такой аномальной культуры пускается в скрещивание с обычными особями самка, то между аномально-сцепленными генами D и eу<sup>2</sup> такой „обмен“ осуществляется — для каждой из указанных пяти культур в точно определенном проценте случаев: в культуре а 0.25%, б 0.6%, в 7.2%, г 5.0% и д 40.7%. Эти числа, по теории Моргана, служат, как известно, указателями расстояний, в данном случае между генами D и eу<sup>2</sup>; а так как последний находится у самого конца четвертой хромозомы то, значит, — между геном третьей хромозомы D и местом прикрепления к ней четвертой. Путем такого же, но лишь более детального генетического анализа, эти места прикрепления были определены еще более точно в расстояниях от ближайших к ним генов третьей хромозомы. Все пять указанных культур подверглись цитологическому исследованию и все они „показали“ наличие резких изменений в хромозомальном комплексе, касающихся как раз маленькой четвертой хромозомы и более длинной пары V-образных автозом<sup>4</sup>.

В культуре а одна из хромозом этой пары оказалась лишенной около 1/3 одного из своих плеч, зато на соответствующую длину выросла одна из двух четвертых хромозом, превратившись из маленького округлого тельца в короткую палочку. Подобную же картину хромозом представляет и культура б. Очевидно, сцепление между D и eу<sup>2</sup> произошло здесь вследствие отделения части третьей хромозомы неподалеку от ее гена D и сращения этого куса с концом четвертой хромозомы у ее гена eу<sup>2</sup>. Культуры с и е, давшие сольшего размера перекресты между этими генами, показывают и гораздо более значительные укорочения той же, более длинной автозома; и, наконец, пятая культура д, с определенным по числам обмена местом прикрепления четвертой хромозомы у самого конца третьей, показывает лишь небольшое приращение размеров одного компонента четвертой пары хромозом, обусловленное, очевидно, приросшим к ней незначительным концевым кусочком третьей хромозомы.

Только что изложенные данные позволяют, как мы видим, произвести сопоставление размеров отделившихся отрезков третьей хромозомы, определяемых, с одной стороны, генетически (на основе теории линейного расположения генов), а с другой — непосредственно цитологически. Размеры эти оказываются приблизительно пропорционально соответствующими, что может быть рассматриваемо как цитологическое подтверждение указанной теории. Некоторая неполнота соответствия имеет закономерный характер, а именно: относительные

расстояния между генами, расположенными в средней части хромозомы, оказываются цитологически более значительными, чем генетически, на концах же — наоборот. „Так как расстояния на генетической карте определяются частотами „обмена“, то возможно, что этот обмен чаще имеет место в участках хромозомы, более удаленных от места прикрепления нитей веретена, чем в области, близкой этому последнему“. Как бы там ни было, интересно то, что мы приходим здесь к построению — рядом с генетической картой хромозомы — еще и ее „цитологической карты“. В работе Добжанского намечается попытка связать эти два рода данных даже с видимой морфологией хромозомы. Она исходит при этом из своеобразного изменения частот обмена в третьей паре хромозом, один из компонентов которой сращен с четвертой хромозомой. В половине хромозомы, пораженной „транслокацией“, числа обмена понижены, в другой же — повышены. Переход от одной половины к другой вполне определен и соответствует приблизительно средние генетической карты хромозомы. Цитологически середина V-образной хромозомы совпадает с местом „первичной перетяжки“ и прикрепления к ней нитей веретена. вполне естественно предположение, что обе эти „середины“, генетическая и цитологическая, представлены одним и тем же местом. Отсюда — точное приурочение определенной морфологической особенности хромозомы к определенному месту генетической „карты хромозомы“. Замечательно, что отделившаяся часть третьей хромозомы ведет себя в явлениях „обмена“ как ее нераздельная часть.

Г. А. Левитский.

## ГЕОГРАФИЯ

**Находка сапропеля (гиттия) на Кольском полуострове.** При обработке коллекции иловых образцов, собранных С. Ф. Егоровым в экспедиции на озеро Имандра, снаряженной Мурманской биологической станцией в 1925—26 гг., мною были обнаружены три образца типичного полужидкого, желеобразного, оливковобурого сапропеля, собранного близ устья ручья Жемчужного в так называемом Тик-озере (Июкостровской Имандры) под 67° 30' сев. широты с глубины 2.5 м. Предварительный микроскопический анализ этих образцов заставляет меня отнести обнаруженные отложения к следующим типам (по Лундквисту, 1928): 1) гиттия с большим количеством остатков высшей водной растительности, 2) гиттия с преобладанием диатомовых и других водорослей, 3) гиттия со значительным содержанием песка. Едва ли имеющемуся материалу, в обследованной части озера слой сапропеля не превышает 10—20 см, и только в одном месте он достигает большей мощности. Помимо своеобразного биологического состава сапропеля, в образовании которого принимает участие ряд растений и животных, типичных для высших широт, интерес указанной находки сапропеля на Кольском полуострове увеличивается также еще и в связи с тем обстоятельством, что Июкостровскую Имандру необходимо считать наиболее северным из до сих пор известных нам месторождений сапропеля в СССР.

В. Алабышев.

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА

**Выставка по истории химии.** Летом с. г. в Московском историческом музее открылась выставка по истории химии XVII и XVIII веков, составленная по материалам Исторического музея.

Выставка содержит небольшой отдел, посвященный алхимии, ятрохимии и Лавуазье. Следующий отдел посвящен русским химикам XVIII века, здесь имеется довольно богатая коллекция репродукций портретов русских ученых, занимавшихся химией в XVIII веке, выставлены их почетные труды и плакаты с биографическими данными и характеристикой их деятельности. Выставлено несколько предметов, принадлежащих М. В. Ломоносову. Остальная, большая, часть выставки состоит из коллекций предметов и рисунков по аптекарскому делу и по различным производствам, в которых применяются химические процессы: производству стекла, керамики, бумаги, поташа, пороха, мыла, металлургии золота, меди, чугуна, железа и пр. По каждому производству составлена карта с указанием мест расположения производств. При составлении выставки допущены некоторые ошибки, неточности; так, например, на карте по железодельному производству не обозначены такие крупные районы, как Устюжна, Железнопольская и Выксунские заводы; по стекольному производству не использованы печатные материалы по Украине; портрет Никиты Демидова, имеющийся на выставке, несомненно изображает кого-то другого (см. портрет в Ленинградском горном музее). Но, несмотря на такие мелкие недостатки и следы некоторой поспешности при составлении выставки, она представляет исключительный интерес. Особенно ценна технологическая часть, по экспонатам которой легко составить себе представление о применявшихся производственных процессах, о их размерах, рабочей силе и продукции, образцы которой хорошо представлены.

О. Звягинцев.

30 октября исполнился 35-летний юбилей общественно-педагогической и ученой деятельности профессора Донского политехнического института Александра Федоровича Флорова.

Премия имени П. П. Семенова-Тян-Шанского. Государственное русское энтомологическое общество объявило очередной конкурс на лучшее сочинение по энтомологии для соискания премии имени П. П. Семенова-Тян-Шанского. Присуждение премии состоится в январском годовом собрании Общества. Срок представления рукописей 15 декабря с. г. Материалы надлежит направлять по адресу: Ленинград, Васильевский остров, Таможный пер., 1а, Государственному русскому энтомологическому обществу.

## РЕЦЕНЗИИ

А. М. Бутлеров. 1828—1928. Очерки по истории знаний, вып. 5. Изд. Акад. Наук ССРСР. 1929, 216 стр. Ц. 2 р.

Бутлеров, впервые с полной ясностью формулировавший основные законы строения органических соединений и на бесчисленных примерах на опыте показавший их верность, для истории химии навсегда останется одним из классиков этой науки. Но для русской науки и истории русской мысли Бутлеров—еще и крупный общественный деятель, исключительная личность, отразившая в себе лучшие черты и настроения среды и времени. Поэтому книжка о Бутлерове представляет собой не только главу по истории химии, но и интересно читается для изучения истории знаний и для истории общества и эпохи.

Книжка состоит из шести отдельных очерков: 1) В. Е. Тищенко. А. М. Бутлеров, 2) Д. П. Коновалов. А. М. Бутлеров в своей лаборатории

Петербургского университета, 3) А. Е. Фаворский. А. М. Бутлеров как глава школы русских химиков, 4) И. А. Каблуков. А. М. Бутлеров как общественный деятель по распространению знаний по рациональному пчеловодству, 5) А. И. Горбов. А. М. Бутлеров и химическое строение, 6) А. Е. Чичибабин. Теория химического строения в свете современных научных данных.

Первая статья является биографическим очерком Бутлерова, написанным с большой симпатией и тщательностью. Она рисует постепенное развитие личности Бутлерова и его творчества и всесторонне освещает его жизнь и деятельность. Дополнением к ней служат мастерски написанные воспоминания покойного акад. Д. П. Коновалова, ученика Бутлерова. Статья А. И. Горбова посвящена научному наследию Бутлерова и выясняет его заслуги перед наукой; здесь впервые, на основании документальных данных, устанавливается, что именно внесено в науку Бутлеровым. Статьи А. Е. Фаворского и И. А. Каблукова посвящены общественной значимости Бутлерова в различных областях ее проявления. И, наконец, статья А. Е. Чичибабина дает краткий очерк развития учения о строении вещества после Бутлерова и тем самым показывает, какую роль Бутлеров сыграл и должен еще будет сыграть в науке. О. З.

G. Köhler. Der Hwang-ho. Eine Physiogeographie. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft № 203, S. 104 mit 10 Textfig., 4 Taf. und 1 Karte. Gotha, 1929.

Великая Желтая река, или Хуан-хэ, главная водная артерия северного Китая, начинающаяся в глубине Тибета и орошающая страну мощного лесса, издавна привлекала к себе внимание географов. В реферируемой книге мы получили монографию, в которой использована обширная литература, и собраны разрозненные данные из европейских и китайских источников. После краткого обзора главных путешествий и сводных работ, касающихся бассейна реки, автор характеризует орографию отдельных его частей, затем его геологический состав и строение, климат, морфологию и оледенение. Вторая часть труда посвящена самой реке; охарактеризованы в морфологически-гидрографическом отношении верхнее, среднее и нижнее течение, водный режим, механический и химический состав воды, ее цвет, температура, вскрытие и замерзание. В третьей части изложены морфогенетические данные, и приведены полученные из китайских источников обширные таблицы, показывающие температуру, осадки, направление ветров, пыльные бури в бассейне, затем число, высоту и состав речных террас и длинный перечень прорывов и наводнений в нижнем течении реки на Великой китайской равнине, где Желтая река, несущая характерное прозвище „печали Китая“, в течение веков неоднократно и резко меняла свое русло. Подробный список литературы, начинающийся с 1655 г., содержит 422 номера; снимки изображают несколько характерных ландшафтов верхнего и среднего течения реки; карта в масштабе 1 : 4 000 000 дает сводку существующих данных о всем бассейне, направления горных цепей, а для нижнего течения—прежних русел и мест прорыва плотин с указанием числа прорывов.

В каньоне северосточного Тибета и в среднем течении вода реки, размывая рыхлые озерные наносы и толщи лесса, нагружается мутью и становится похожей на густой гороховый суп; в среднем, в 1 куб. м воды содержится от 3,7 до 6 кг ила, так что в Желтое море река, имеющая в устье дебит в 3 250 куб. м в секунду, выносит ежегодно около

600 милл. куб. м ила; этим содержанием последнего объясняются ее прорывы и наводнения в нижнем течении. Река замерзает в среднем течении, где она достигает более северной широты и течет медленнее, во второй половине ноября или начале декабря (в ущельях часто только в январе) и вскрывается во второй половине марта. В верхнем течении, относительно которого точных наблюдений нет, река замерзает раньше и вскрывается позже, за исключением ущельистых участков, где быстрая течения препятствует замерзанию. В нижнем течении, где климат значительно теплее, река редко покрывается льдом, за исключением своего устья. Весеннее половодье после вскрытия реки не велико, но в мае-июне ледники Тибета и оттаивание его болот снова повышают уровень реки, достигающий максимума в июле-августе благодаря дождям, приносимым летним муссоном. Позже уровень постепенно понижается и достигает минимума в январе-феврале в связи с сухостью зимы во всем бассейне; в это время и содержание муты в воде наименьшее. Прорывы плотин в нижнем течении чаще всего происходят во время летних половодий, особенно в июле, но случаются также весной и осенью.

Ометим и некоторые ошибки автора: в плиоцене в бассейне реки отлагался не озерный лесс, а вначале красные глины с наземной фауной гиппариона, в конце — слонистые глины, мергели, пески, конгломераты формации сан-мен с богатой озерной и наземной фауной, а позже — красный эоловый лесс; первые автор также указывает, но приписывает формации сан-мен постплиоценовый возраст, что еще не установлено; красный же лесс пропустил, хотя в новой литературе по Китаю о нем говорится. Не указаны послелюрские надвиги в Ордосе и к северу от него. В главе о климате неправильно сказано, что в Нань-шане количество осадков уменьшается с запада на восток; в действительности имеет место обратное, — и здесь, вероятно, описка.

В общем все, интересующиеся географией Китая и Центральной Азии, будут приветствовать появление этого тщательно проработанного сводного труда. В. А. Обручев.

„Крым“, путеводитель. Изд. Крымского общества естествоиспытателей и любителей природы. 3-е изд. Гос. изд. Симферополь, 1929. Ц. 2 р. 70 к.

В 1914 г. Крымское общество естествоиспытателей поставило себе задачей создать путеводитель по Крыму, который не только содержал бы обычные справочные сведения, но дал бы очерки, позволяющие всесторонне ознакомиться с природой Крыма. Насколько мне известно, эта попытка у нас была совершенно новым начинанием: Naturführer, издаваемые сейчас в Германии для различных стран Западной Европы, начали выходить лишь годом раньше, в 1913 г. Этот путеводитель вышел в июле 1914 года в количестве 7 000 экземпляров, а в октябре того же года все издание уже было распродано. Выпустить второе издание этого путеводителя, и притом сокращенное, удалось лишь в 1923 г.

Нельзя не приветствовать появление в этом году, через 6 лет после второго издания и 15 лет после первого, третьего издания этого прекрасного путеводителя. Последнее, по внешности и объему, вполне сходно с первым изданием, а содержание его даже пополнено. Так, в общей части, помимо статей, заново переработанных — по геологии (Н. Н. Клепинин), климату (А. В. Вознесенский), флоре (Е. В. Вульф), фауне (И. И. Пузанов) и сельскому хозяйству (Н. Н. Клепинин) — фигурировавших

уже во втором издании, имеется новая статья проф. И. И. Пузанова о Черном море, заменившая аналогичную статью акад. Андрусова, написанную для первого издания. Очерк истории Крыма представлен тремя статьями: о доисторическом периоде — Г. А. Бонч-Осмоловского, о древних и средних веках в истории Крыма — А. С. Башкирова и о периоде от Крымского ханства до наших дней — П. В. Никольского. Помимо того, имеются также новые статьи — П. В. Никольского „Население Крыма“, С. П. Попова — „Производительные силы Крыма“, А. Д. Петровского-Ильенко „Промышленность“ и А. М. Лункевич „Целебные силы Крыма“.

В справочной части значительно пополнены сведения о западной части побережья и о Керченском полуострове.

Плохие карты первого и второго издания заменены одной хорошей картой горной части Крыма в масштабе 2,5 км в 1 см. Можно только пожалеть, что Общество не смогло дать карту в горизонталях и что планы городов даны не в красках, как это имело место в первом издании. Помимо этой общей карты и планов городов, в путеводителе имеется еще 7 районных карт, панорама южного берега и 105 иллюстраций, часть которых являются новыми.

Цена путеводителя, по сравнению со вторым изданием, снижена почти вдвое, что безусловно обеспечит ему быстрое распространение. Помимо того, справочная часть путеводителя с приложением всех карт и планов выпущена отдельным изданием по цене 1 р. 20 к. Точно так же и очерки из общей части изданы отдельными брошюрами по цене от 10 до 30 коп. Книга с редакционной точки зрения выпущена Крым. Гос. Издательством безукоризненно, на хорошей бумаге и в хорошем переплете.

Е. Вульф.

## БИБЛИОГРАФИЯ

Издания Академии Наук СССР по естествознанию, вышедшие с 15 июля по 15 августа 1929 г.

Комиссия экспедиционных исследований. Осведомительный Бюллетень, № 15 (76). 30 июля 1929 года. Стр. (115—122). Бесплатно.

### Другие издания

Астрономический журнал, т. VI, вып. 2, стр. (89—200), фиг. 2. Гос. изд. 1929. Ц. 2 р. 50 к. Ф. Г. Фесенков. Определение звездных температур.—Ф. Г. Фесенков. Определение яркости звездных куч и туманностей.—В. В. Нумеров. Периодические решения плоской задачи при круговом движении Юпитера.—G. Doubovshine. Mouvement d'un point matériel sous l'action d'une force qui dépend du temps. IV partie.—S. V. Orlov. The mechanical theory of cometary forms.

Бюллетень Московского общества испытателей природы, нов. сер., т. XXXVII, стр. 199, фиг. 41, таб. 2. М.-Л. 1929. Ц. 3 р. 75 к. Г. Ф. Мирчинк. О соотношении речных террас и стоянок палеолитического человека в бассейне рр. Десны и Сожа.—С. Обручев. Итоги работ 1917—1924 гг. в Тунгусском угленосном бассейне.—Л. М. Кречетович. Новый вид каштанодуба *Dryophyllum rossicum* sp. n. и его находка в песчанниках близ с. Шовского Тамбовской губ.—В. П. Маслов. Некоторые данные о минералогическом составе отложений дна Черного моря.—Н. С. Шатский, М. М. Жуков, Е. В. Милановский и В. Е. Руженцев. Дислокационные брекчии и

грязевые вулканы в Азербайджане.—А. Д. Архангельский. Причины крымских землетрясений и геологическое будущее Крыма.

*Вестник Геологического комитета, IV, № 6, стр. 34. Л. 1929. Ц. 50 к.* А. Ю. Серк. Запасы железных руд СССР и обеспечение ими пятилетнего плана развития черной металлургии.—В. С. Домбровский. Озокерито-церезиновая промышленность СССР и перспективы ее развития. *То же, IV, № 7, стр. 32. Л. 1929. Ц. 50 к.* В. Д. Метальников. Условия промышленного использования драгоценных камней на мировом рынке.

*Журнал прикладной физики, т. 1, вып. 3—4, стр. 150, фиг. 56. Гос. изд. М.-Л. 1929. Ц. 3 р.* С. А. Гершгорин. Об электрических сетках для приближенного решения дифференциального уравнения Лапласа.—Л. Г. Лойцянский. Основания синтетической теории конформных трансформаторов движения.—В. И. Дудаков. Элементарное исследование движения реактивного (ракетного) автомобиля.—Н. Н. Нечаева. О действии X-лучей на дафнии.—А. Н. Цветков. Об одной постоянной ионной теории возбуждения.—А. Н. Цветков. Об основном психофизическом законе.—В. В. Ефимов. О движении ионов в желатине и веществе нерва. I часть.—В. В. Ефимов. О движении ионов в студиях желатины и нерва. II часть.—В. Deriagin and I. Knapov. Measurement of the viscosity of molten glass by Stokes method.—П. Лазарев. К вопросу о работе мышц.—А. Предводителев и Л. Селиванов. К вопросу об определении теплоты дегидратации в вакууме на крутильных весах.—В. В. Кузнецов и М. М. Дегтярев. Изнашиваемость поверхности кристаллического цинка.—М. П. Воларович. Исследования внутреннего грения двойной системы  $\text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_7$ — $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  в расплавленном состоянии.—В. В. Ефимов. О движении ионов в желатине и нерве. III часть.—П. Лазарев. Об общем законе кратковременных раздражений живой ткани.

*Записки Воронежского сельскохозяйственного института, т. XII, стр. 229, фиг. 23, отд. планов 2. Воронеж. 1929.* В. Ф. Ключников. Институтское учебноопытное лесничество Воронежского сел.-хоз. института.—Ф. Яковлев. Почва и растительность правобережной дачи Института учебноопытного лесничества.—Г. Ф. Железов. Плодоношение *Quercus pedunculata* граесох и *Quercus pedunculata tardiflora* в правобережной даче учебного лесничества Воронежского сел.-хоз. института.—Е. И. Власов. О признаках всхожести и спелости семян ильмовых.—А. В. Шипчинский. Температура и ее колебания в бывшей Воронежской губ.

*Известия Геологического комитета, т. XLVIII, № 2, стр. 163, фиг. 23, табл. 4. Л. 1929. Ц. 4 р. 75 к.* Б. П. Кротов. Геологические исследования в Алапаевском округе на Урале. (Предварительный отчет).—Д. И. Яковлев. Восточная часть Чу-Илийских гор. (Предварительный отчет).—Давыд Иловайский. Новые данные по плеченгим

из свит М и N донецкого карбона.—С. В. Семихатова. Предварительный отчет о работах 1927 г.—С. В. Семихатова. К стратиграфии каменноугольных отложений правого берега Дона. (Предварительный отчет).—Георгий Фредерикс. Чусовская нефтеносная толща, ее возраст и распространение на Урале.—П. И. Полевой. Открытие меловых отложений на полуострове Камчатке. В. П. Нехорошев. Дислоцированные мезозойские отложения в северных предгорьях Саура.—М. М. Тетяев. К геологии Букачинского месторождения каменного угля в Забайкалье.—Б. Г. Наследов и П. Т. Соколов. Радиоактивно-курортные объекты в горах Кара-мазар.—П. Н. Бутырин. Месторождение агальматолита по р. Бирхисибирь в Бурято-Монгольской республике.

*Известия Государственного гидрологического института, № 24, стр. (48—115), фиг. 4. Л. 1929. Ц. 3 р.* Н. М. Книпович. Из гидрологии солоноватых вод СССР.—В. Г. Глушков. Упрощенное нахождение средних расходов по данным об уровнях.—И. А. Киселев. Распределение фитопланктона в Амурском лимане.—В. П. Матвеев. Простейший способ определения количества кислорода в пробах воды при перетитровании их.—В. П. Матвеев. Данные по распределению кислорода и хлора в озере Иссык-куле.—А. А. Егоров. Бактериологическое исследование родников в курорте Сольцы.

*Известия Государственного института опытной агрономии, т. VII, № 3—4, стр. (255—450), фиг. 22. Л. 1929. Ц. 6 р. в год.* К. А. Флякбергер. Пшеницы-двуручки.—Н. П. Соколов. Комбайны.—Е. К. Алексеев. К вопросу о роли механической обработки почвы в песчаном полеводстве.—В. Е. Писарев и И. А. Веселовский. Селекция картофеля в Ленинградской области.—Л. Я. Апостолов. Опыты с посевом хлопка в районе Тамани и Приазовья и режим погоды в 1926—1927 гг.—А. В. Бурцев. К вопросу о наследовании молочных и мясных свойств у крупного рогатого скота.—А. Писарева. Ячмени Абиссинии в Северозападной области. Н. В. Татарнинова. К вопросу о биологической ценности белков растительного и животного происхождения при кормлении с.-х. животных.—А. И. Дегтярев. К вопросу о строительстве колхозов в связи с опытной работой.—А. К. Мордвилко. Корневая тля (*Triphidaphis phaseoli* Pass.) хлопка, картофеля и др. культур.—М. И. Рожанец. Чернозем юговостока и минеральные удобрения.—Н. Н. Троицкий. Некоторые итоги сравнительно-экологического изучения филоксеры в Союзе ССР.—Н. К. Могилянский. Организация снабжения населения филоксероустойчивым посадочным материалом.—Н. Ф. Мейер. Об учете значения паразитических перепончатокрылых в динамике вредных насекомых.—Ф. И. Малюков. Сорные элементы в посевах и зерне ячменей Белоруссии. И. С. Смычков. К вопросу о качестве экспортного яйца.—Г. В. Ковалевский. К истории культуры баклажана и томата в СССР.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Ноябрь 1929 г.

Зам. Непременного Секретаря академии А. Ферсман

Представлено в заседание ОФМ в октябре 1929 г.

Ответственный редактор акад. А. Ферсман

**ПОСЛЕДНИЕ ИЗДАНИЯ**  
**Комиссии по изучению естественных производительных сил Союза**  
**Академии Наук СССР (КЕПС)**

Ленинград, 1, В. О., Тучкова наб., д. 2-а. Телеф. 132-94

**„Материалы по изучению естеств. произв. сил СССР“**

- № 72. Лес, его изучение и использование. Сборник 3-й. XXX + 228 стр. 11 черт. Ц. 4 р. 80 к.
- № 73. Карабугаз и его промышленное значение. Сборник. 3-е издание. (Печ.).
- № 74. Песец и песчовый промысел в СССР. А. А. Парамонов. 129 стр. 8 фиг., 1 карта. Ц. 2 р. 50.
- № 75. Желтый уголь. Б. П. Вейнберг. (Печатается).
- № 76. Водные силы Алтая. О. К. Блумберг. (Печатается).
- № 77. К исследованию гипса. П. П. Будников. (Печатается).
- № 78. Подземные воды Украинского кристаллического массива. Б. Л. Личков. (Печатается).
- № 1. Каменные строительные материалы. Сборник 3-й. 172 стр. 24 рис. 2 р.
- № 2. Пасы энергии ветра Урала и юго-востока европейской части СССР. Н. В. Симонов. 58 стр. 2 карты, 4 черт. Ц. 1 р. 20 к.
- № 69. Работы Алтайской энергетической экспедиции Акад. Наук СССР 1927 года. О. К. Блумберг. 70 стр. 10 черт. Ц. 1 р. 80 к.
- № 70. Фосфориты Чувашской республики. Сборник. 54 стр. 2 карты, 5 черт. Ц. 1 р. 20 к.
- № 71. Материалы 2-го совещания по полемому шпату. Сборник. 116 стр. 7 черт. Ц. 2 р. 25 к.

**„Известия“**

- Известия Бюро по Генетике. № 6. 164 стр. 2 цветн. табл. Ц. 2 р. 40 к.
- То же. № 7. 107 стр. 32 фиг. Ц. 2 р. 25 к.
- Известия Ин-та физико-хим. анализа. Том III, вып. 2. 355 стр. 56 рис., 2 цветн. табл. и 1 фот. Ц. 6 р. 50 к.
- То же. Том IV, вып. 1. 340 стр. 71 черт., 5 табл. фот. и 1 табл. микрофот. Ц. 6 р. 50 к.
- То же. Том IV, вып. 2. (Печатается).
- Известия Сапропелевого комитета. Вып. 4. X + 244 стр., 9 цветн. табл. Ц. 8 р. 50 к.
- То же. Вып. 5. (Печатается).
- Известия Ин-та по изучению платины и др. благородных металлов. Вып. 6. 316 стр. 22 рис., 1 табл. микрофот. Ц. 4 р. 50 к.
- То же. Вып. 7. 332 стр. 37 фиг., 9 табл. микроф. Ц. 4 р. 20 к.

**„Труды“**

- Труды Почвенного ин-та имени В. В. Докучаева. Вып. II. 347 стр. 8 рис., 2 табл. фотогр. Ц. 3 р. 50 к.
- Труды Географического отдела КЕПС. Вып. 2. (Печатается).

**„Отчеты“**

- № 22. Объединение научных исследований по биологии тутового и других шелкопрядов. Сборник. 17 стр. Ц. 35 к.
- № 23. Инструкция для составления кадастра водных сил СССР. Н. В. Симонов. 10 стр., бланк кадастра. Ц. 30 к.

**Издания вне серий**

- Хлопководство в Туркестане. В. И. Юферев. 160 стр. 1 карта в красках, 8 фотогр. на отдельн. табл., 1 черт. Ц. 3 р. 95 к.
- Библиографический указатель по хлопководству Туркестана. Е. А. Вознесенская. 102 стр. Ц. 1 р. 20 к.
- Почвы Туркестана. Л. И. Прасолов. 95 стр. 1 карта в красках, 9 фотогр. на отд. табл. Ц. 2 р. 50 к.
- Очерки растительности Туркестана. Б. А. Федченко. 55 стр. 1 карта в краск. Ц. 1 р. 25 к.
- История культурной жизни Туркестана. В. В. Бартольд. 256 стр. Ц. 2 р. 25 к.
- Указатель литературы по животному миру Туркестана. М. М. Иванова-Берг. 235 стр. Ц. 5 р. 30 к.
- Геологический очерк Туркестана. Д. И. Мушкетов. 162 стр. 1 карта в краск., 8 диагр. Ц. 3 р.
- Указатель литературы по гидрологии среднеазиатских республик и Казакстана. Е. А. Вознесенская и А. И. Рабинерсон. 115 стр. Ц. 2 р. 40 к.
- Нерудные ископаемые. Т. I. (Абразионные материалы—Калий). Сборн. 550 стр. 1 черт. Ц. 6 р. 50 к. (в коленк. перепл. 7 р. 50 к.).
- То же. Т. II. (Каолин и глины—Сера). Сборник. 659 стр. 2 черт. Ц. 6 р. 50 к. (в коленк. перепл. 7 р. 50 к.).
- То же. Т. III. (Слюда — Цирконий). Сборник. 719 стр. 1 черт. Ц. 6 р. 50 к. (в коленк. перепл. 7 р. 50 к.).
- То же. Т. IV. (Дополнения). Сборник. 390 стр. Ц. 6 р. 50 к. (в коленк. перепл. 7 р. 50 к.).
- Atlas des spectres des substances colorantes. 140 стр. 748 черт. Ц. 2 р. 70 к.
- Каменные строительные материалы Прионежья. Ч. I. Кварциты и песчаники. В. М. Тимофеев. 83 стр. 14 черт., 6 фотогр., 12 микрофот. Ц. 1 р. 50 к.
- Медная промышленность в СССР и мировой рынок. Ч. III. А. Д. Брейтерман. (Печ.).

**ЖУРНАЛ „ПРИРОДА“.** Комплекты журнала за 1919—1928 гг. 31 р. 05 к.  
Кроме указанных выше изданий, в складе КЕПС (Тучкова наб., 2-а) и в магазинах „Международная Книга“ (Ленинград, пр. Володарского, 53-а и Москва, Кузнецкий Мост, 18) имеются издания, вышедшие в 1915—27 гг.

Цена 70 коп.

1930

ГОД

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

НАУЧНО ПОПУЛЯРНЫЙ  
ЕСТЕСТВЕННОИСТОРИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

19-й  
ГОД  
ИЗДАНИЯ

# „ПРИРОДА“

основанный в 1912 г. и издававшийся Н. К. Кольцовым, Л. В. Писаржевским, Л. А. Тарасевичем и А. Е. Ферсманом.

## СОДЕРЖАНИЕ

предыдущего номера журнала „ПРИРОДА“

№ 9

Акад. **В. И. Вернадский.** О классификации и химическом составе природных вод.

Проф. **А. В. Вознесенский.** Климат, погода и земледелие.

**Н. П. Горбунов.** Географические работы 1928 года в области белого пятна на Памирах.

Проф. **К. М. Дерюгин.** Фауна Белого моря и история ее происхождения.

**О. С. Полянская.** О распространении азалии на Волыни и в Белоруссии в связи с геологической историей Полесья.

### Научные новости и заметки.

Астрономия, Физика, Химия, Зоология, Палеонтология, Научная хроника, Библиография.

В 1930 г.

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА**

с доставкой:

на год . . . . . 6 руб.  
„ полгода . . . . . 3 „

**ЦЕНА**  
отдельных  
номеров — **70 к.**

В 1930 г.

**ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ**  
12-ю НОМЕРАМИ

Комплекты журнала  
„ПРИРОДА“

имеются на складе

(Тучкова наб., д. 2-а):  
за 1919 г. цена 1 р. 50 к.

„ 1921 „	„ 2 „	— „
„ 1922 „	„ 4 „	— „
„ 1923 „	„ 2 „	— „
„ 1924 „	„ 2 „	20 „
„ 1925 „	„ 4 „	— „
„ 1927 „	„ 6 „	— „
„ 1928 „	„ 6 „	— „

## ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:

в Книжном складе: Ленинград, 1, Тучкова наб., д. 2-а (КЕПС), тел. 132-94, и в магазинах „Международная Книга“:

Ленинград, просп. Володарского, д. 53-а, тел. 172-02; Москва, Кузнецкий Мост, д. 18, телефон 3-75-46.