



1914.

XXIII, 3.

ПРОТОКОЛЫ
Общества Естествоиспытателей

при

Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ,

издаваемые подъ редакціей

Прив.-доц. Н. П. Попова.



Sitzungsberichte
der
Naturforscher-Gesellschaft

bei der Universität Jurjew

redigiert von

Priv.-Doz. N. P. Popow.



Юрьевъ, 1914.

Издание Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ
Юрьевскомъ Университетѣ.

Оглавление.

I. Официальный отдѣлъ.

	Стр.
Протоколъ 513-го засѣданія	XXXIII

II. Научный отдѣлъ.

I. Нарбутъ. Теплоемкость кристаллическихъ ди-іодбензоловъ.	183
Н. Шотовскій. Образование воронковидныхъ устьицъ. (Съ 6-ью рисунками въ текстѣ)	210
Я. Сарвъ. Къ вопросу о скорости свѣта въ движущихся средахъ	215
Н. Шотовскій. Инфильтраціонный методъ изслѣдованія устьичныхъ движеній. (Съ 11-ью рисунками на отдѣльной таблицѣ)	220
А. Г. Бекштремъ. Къ исторіи ученія объ инфекціи.	253

Объявленія.

Est. A - 1681

1914.

XXIII, 3.

ПРОТОКОЛЫ Общества Естествоиспытателей

при

Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ,

издаваемые подъ редакціей

Прив.-доц. Н. П. Попова.



Sitzungsberichte

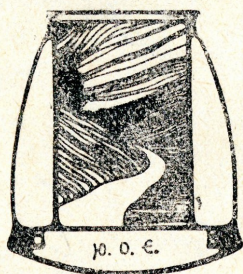
der

Naturforscher-Gesellschaft

bei der Universität Jurjew

redigiert von

Priv.-Doz. N. P. Popow.



Korporatsioon Ugala
RAAMATUKOGU
Nr. 312

Юрьевъ, 1914.

Издание Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ.

Печатано по постановленію Правленія Общества.

За содержаніе научныхъ статей отвѣчаютъ лишь авторы ихъ.

Печатано въ типографіи К. Матисена, Юрьевъ.

I.

Официальный отдѣлъ.

Korporatsioon UGALA

513-ое засѣданіе

30-го октября 1914 г.

Присутствуетъ 17 членовъ.

1. Предѣдательствуетъ г. вице-президентъ О-ва.
2. Протоколь предыдущаго собранія заслушанъ и утвержденъ.
3. Предѣдатель сообщилъ о смерти дѣйствительнаго члена Общества А. Д. З а и ц е в а. Память почившаго была почтена вставаніемъ.
4. Сообщение ассистента Р. З а м е н а : „Объ одномъ упрощеніи металлографическихъ изсѣдованій“ не состоялось по болѣзни докладчика.
5. Секретарь читаетъ докладную записку ассист. Р. З а м е н а съ просьбой о присужденіи ему субсидіи въ размѣрѣ 500 рублей для покупки инструментовъ, необходимыхъ для его металлографическихъ изсѣдованій, и отзывъ комиссіи, избранной на предыдущемъ засѣданіи для обсужденія этой докладной записки.
6. Произведена баллотировка: положительныхъ подано 14; отрицательныхъ подано 3. Такимъ образомъ субсидія присуждена дѣйствительному члену Р. З а м е н у и удовлетворена въ просимомъ размѣрѣ.
7. Сообщение Н. А. Сахарова: „О явленіяхъ, наблюдающихся при сложеніи тѣней“ — не могло состояться, такъ какъ не была закончена установка электрическаго освѣщенія въ Обществѣ.
8. Въ дѣйствительные члены Общества избранъ ассистентъ Р. В. Бергъ — 17 положительныхъ.

9. Въ дѣйствительные члены Общества предлагается студ. естеств. Юрій Дмитриевичъ Цинзерлингъ — предлагаютъ Ю. А. Филипповъ и Н. В. Култашевъ.

10. Секретарь сообщаетъ текуція дѣла: а) въ коллекціи Общества поступилъ подарокъ отъ пастора Ратлефа; б) въ бібліотеку Общества поступило въ подарокъ отъ проф. Е. А. Шепилевскаго, Prof. Thoma и г-на Stenberg'a — 4 книги.

Постановлено: благодарить.

II.

Научный отдѣлъ.

Теплоемкость кристаллических ди-йодбензоловъ.

I. Нарбуа.

1. Введение.

Въ послѣднее время теплоемкости кристаллическихъ веществъ, главнымъ образомъ элементовъ и ограниченнаго числа простыхъ неорганическихъ химическихъ соединеній, подвергались изученію различными изслѣдователями и температурная зависимость теплоемкости ихъ нынѣ довольно хорошо изучена. Хотя и для органическихъ кристаллическихъ веществъ существуютъ многія опредѣленія теплоемкости, но особенной планомѣрности въ выборѣ матеріала не замѣтно, а главное — при изслѣдованіяхъ ограничивались обыкновенно однимъ- двумя температурными интервалами.

Въ виду этого я задался цѣлью болѣе подробно изучить теплоемкость нѣкоторыхъ органическихъ веществъ и изъ наблюденій вывести формулы.

Часть наблюденій сдѣлана надъ изомерными ди-йодбензолами и эту часть своей экспериментальной работы я хочу изложить въ настоящемъ сообщеніи. Такъ какъ я намѣренъ опубликовать въ будущемъ весь имѣющійся у меня болѣе обширный матеріалъ въ болѣе подробномъ изложеніи, то здѣсь я ограничусь лишь краткимъ указаніемъ аппаратовъ и методовъ работы, которые мною примѣнялись.

2. Калориметръ.

Калориметръ, которымъ я пользовался, былъ построенъ мною по образцу, изготовленному братьями Гёно въ Берлинѣ. Описаніе

подобнаго калориметра дано В. Нернстомъ¹⁾ и Ф. Линдеманномъ²⁾.

Приборъ представляетъ собою полый цилиндръ съ толстыми стѣнками и дномъ, высверленный изъ мѣднаго слитка. Въ этотъ цилиндръ опускается при опытахъ нагрѣтое или охлажденное изслѣдуемое вещество, находящееся въ сосудикѣ.

Для того, чтобы уменьшить по возможности потерю теплоты калориметрическимъ слиткомъ, онъ помѣщенъ въ сосудъ Дюара. — Измѣреніе температуры производится съ помощью 16-ти послѣдовательно соединенныхъ термоэлементовъ, одни концы которыхъ вставлены въ тоненькія стеклянныя трубочки, запаянныя съ одного конца и содержація немного сплава Вуда. Трубочки впаяны посредствомъ сплава Вуда въ отверстія, высверленные въ верхнемъ краѣ слитка. Другіе концы помѣщаются такимъ же образомъ въ стеклянныхъ трубочкахъ въ высверленныхъ отверстіяхъ въ мѣдномъ кольцѣ, которое насажено на верхнемъ краѣ сосуда Дюара. Къ свободнымъ концамъ проволокъ припаяны болѣе толстыя мѣдныя проволоки, которыя выходятъ наружу и соединяются съ гальванометромъ. — Приборъ былъ окруженъ мѣднымъ кожухомъ.

Калориметрической ашпаратъ стоялъ въ тающемъ льдѣ.

3. Термоэлементы.

Всѣ термоэлементы, которыми я пользовался, были сдѣланы изъ константана и мѣди; проволоки спаивались оловомъ или обыкновеннымъ припоемъ.

Система термоэлементовъ, которыми измѣрялась температура калориметра была вывѣрена посредствомъ хорошаго термометра Бекманна, а термоэлементы, которыми опредѣлялась температура изслѣдуемаго вещества, были вывѣрены ртутными термометрами отъ Фуэсъ (Fuess) въ Берлинѣ. Послѣдніе были въ свою очередь вывѣрены въ Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

Для вывѣрки около -78° я взялъ обыкновенную продажную жидкую CO_2 . Температура возгонки твердой CO_2 ³⁾ мною была принята:

$$t = -78,34^{\circ} + 0,02 (B - 760).$$

1) Sitzungsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch. (1910), 247.

2) Über das Dulong-Petitsche Gesetz. Inaugural-Dissertation. Berlin 1911.

3) Zeleny, Physik. Zeitschr. 7,716 (1906).

4. Гальванометры.

Они были мною специально заказаны у Сименсъ и Гальске въ Берлинѣ и принадлежали къ типу стрѣлочныхъ гальванометровъ. Они были очень чувствительны и показанія отсчитывались при помощи лупы.

5. Сосуды для веществъ.

Вещества осторожно запаивались въ стеклянные тонкостѣнные трубочки и сохранялись въ нихъ въ продолженіе нѣсколькихъ лѣтъ (въ темнотѣ) безъ измѣненія. — Примѣненіе запаиваемыхъ стеклянныхъ трубочекъ важно, такъ какъ только такимъ образомъ можно изслѣдовать вещества, легко измѣняющіяся на воздухѣ. Другіе же матеріалы, которые могутъ служить для сосудовъ, по большей части непрозрачны и въ случаѣ большинства металловъ могутъ дѣйствовать химически на изслѣдуемые вещества, особенно при повышенныхъ температурахъ.

Стеклянные сосудики помѣщались до опыта въ тонкостѣнные серебряныя оболочки для смягченія удара при паденіи ихъ въ мѣдный калориметръ. Защита была настолько достаточна, что за нѣсколько лѣтъ работы не разбился ни одинъ стеклянный сосудикъ.

6. Термостаты.

Въ качествѣ термостатовъ при температурахъ выше 0° служили сосуды съ двойными стѣнками, въ которыхъ кипѣли различныя жидкости, а при температурахъ ниже нуля я пользовался большими сосудами Дюара, въ которые вливались водные растворы состава близкаго къ криогидратному. Эти растворы замораживались при помощи большой пробирки, вставленной въ жидкость и наполненной твердой CO_2 . — Для достиженія температуръ около — 78° примѣнялась обыкновенная продажная жидкая CO_2 .

7. Очистка веществъ.

Очистка веществъ производилась самымъ тщательнымъ образомъ, на что потребовалось много времени. — Въ своей работѣ „Объ измѣненіи теплоемкости кристаллическихъ веществъ

съ температурой“ А. Д. Богоявленскій¹⁾ показали, что уже небольшія количества примѣсей достаточны для того, чтобы теплоемкость оказалась значительно увеличенной. — Поэтому я очищалъ вещества до тѣхъ поръ, пока для нихъ не получались въ одномъ и томъ же температурномъ интерваллѣ для теплоемкости одинаковыя значенія. Другимъ критеріемъ чистоты вещества служило постоянство точки плавленія. Если послѣ очистки точка плавленія болѣе не измѣнялась, то вещество можно было считать чистымъ. Вещество, очищенное до постоянной точки плавленія, обыкновенно давало уже и не измѣняющуюся теплоемкость.

Способы очистки указаны отдѣльно у каждаго вещества.

8. Теплоемкости матеріаловъ.

Средняя теплоемкость серебра отъ Кальбаума для сосудовъ мною была принята между 0° и -78° : $c \frac{t_1}{t_2} = 0,0557 + 0,000015(t_1 + t_2)$, а выше 0° : $c \frac{t_1}{t_2} = 0,056$.

Средняя теплоемкость ваты, которая клалась въ количествѣ около 15-ти миллиграммовъ на дно серебряной оболочки для стекляннаго сосудика и кромѣ того привязывалась въ количествѣ около 30 миллигр. немного выше сосудика для закупорки отверстія мѣднаго калориметра послѣ паденія въ него сосудика съ веществомъ (для избѣжанія потери тепла вслѣдствіе конвекціонныхъ токовъ), была опредѣлена мною опытнымъ путемъ: $c \frac{t_1}{t_2} = 0,28$ (между 0° и $+120^{\circ}$), $c \frac{t_1}{t_2} = 0,27$ (между 0° и -36°) и $c \frac{t_1}{t_2} = 0,24$ (между 0° и -78°).

Теплоемкость стекла была также опредѣлена мною изъ опытовъ: $c \frac{t_1}{t_2} = 0,17956 + 0,0001990(t_1 + t_2) - 0,000000163(t_1^2 + t_1 t_2 + t_2^2)$ между -78° и $+127^{\circ}$.

Теплоемкость свинца отъ Кальбаума мною была принята: $c \frac{t_1}{t_2} = 0,03035 + 0,00000525(t_1 + t_2)$ между 0° и $+100^{\circ}$ и $c \frac{t_1}{t_2} = 0,03037 + 0,00000435(t_1 + t_2)$ между $+25^{\circ}$ и -80° .

1) Труды Общ. Естественныхъ Испытателей при Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ. XIII (1904).

9. Методъ работы.

Сначала необходимо было опредѣлять водяной эквивалентъ калориметра.

Для этого бросался въ калориметръ нагрѣтый или охлажденный точно взвѣшенный свинцовый слитокъ, который находился въ серебряной оболочкѣ. Подъемъ или пониженіе температуры послѣ введенія поправки на потерю теплоты калориметромъ во время опыта пусть $= G$, разность между начальной температурой тѣла и конечной калориметра пусть $= \Delta T$, водяной эквивалентъ свинца, серебра, ваты вмѣстѣ $= w$; тогда $w \times \frac{\Delta T}{G} = W$, гдѣ W водяной эквивалентъ мѣднаго калориметра.

Затѣмъ въ калориметръ бросалось нагрѣтое или охлажденное изслѣдуемое тѣло, также въ серебряной оболочкѣ. Измѣненіе температуры калориметра пусть $= G^1$, измѣненіе температуры тѣла пусть $= \Delta T^1$; тогда водяной эквивалентъ (вещества + стекла + серебра + ваты) $= W \times \frac{G^1}{\Delta T^1}$, а отсюда легко вычислить теплоемкость вещества.

10. Поправка на теплоту отъ паденія.

Вслѣдствіе паденія въ калориметръ свинца и вещества развиваются неодинаковыя количества тепла. Вообще онѣ не велики, но всетаки ихъ слѣдуетъ принять въ расчетъ. Поправки колебались между $+ 0,0001$ и $- 0,0001$ и достигали такимъ образомъ 0,1% величины теплоемкости.

11. Точность наблюденій.

Ошибки отъ отчетовъ гальванометра, соединеннаго съ калориметрическими термоэлементами, могли достигать $\pm 0,0025$ дѣлений; ошибки отъ отчета температуры нагрѣтаго или охлажденнаго тѣла были равны $\pm 0,03^{\circ}$ около $+ 22^{\circ}$, $\pm 0,03^{\circ}$ около $+ 35^{\circ}$, $\pm 0,05^{\circ}$ около $+ 65^{\circ}$, $\pm 0,07^{\circ}$ около $+ 100^{\circ}$, $\pm 0,07^{\circ}$ около $+ 127^{\circ}$, $\pm 0,03^{\circ}$ около $- 36^{\circ}$ и $\pm 0,05^{\circ}$ около $- 78^{\circ}$.

Среднюю ошибку теплоемкости свинца я принималъ равной $\pm 0,00006$ (выше 0°) и $\pm 0,00011$ (ниже 0°). Средними ошибками теплоемкостей стекла, серебра и ваты можно пренебречь.

Опредѣленія водяного эквивалента дѣлались всегда въ началѣ, въ срединѣ и въ концѣ серіи опытовъ, произведенныхъ въ одинаковыхъ промежуткахъ температуры, причемъ наименьшее число ихъ было 5. Опытовъ съ веществомъ было сдѣлано обыкновенно 3.

Вычисленныя на основаніи вышеприведеннаго среднія ошибки результатовъ колебались между $\pm 0,00035$ и $\pm 0,0007$, но вообще при такомъ небольшомъ числѣ опытовъ возможны и нѣсколько большія среднія ошибки.

12. Результаты опытовъ.

А. Пара-ди-іодбензолъ.

Вещество было изготовлено по моему заказу Кальбаумомъ. Сперва оно было мною очищено перегонкой водянымъ паромъ и перекристаллизовано изъ спирта для удаленія воды, причемъ на 50 гр. пара-ди-іодбензола было взято 310 гр. абсолютнаго спирта отъ Кальбаума. Кристаллизація раствора началась при $+80^\circ$. При комнатной температурѣ кристаллы были отфильтрованы, промыты абсолютнымъ спиртомъ и вновь растворены въ смѣси абсолютнаго спирта съ свѣжеперегнаннымъ этиловымъ эфиромъ: на 48 гр. пара-ди-іодбензола было взято 300 гр. абс. спирта и 10 гр. эфира. Кристаллизація началась при $+75^\circ$. Послѣ фильтрація дальнѣйшая очистка производилась уже только абс. спиртомъ. — Послѣ высушиванія получился кристаллическій порошокъ совершенно бѣлаго цвѣта, расплавъ котораго былъ безцвѣтенъ и указанныя въ § 7 физическія свойства котораго уже замѣтно не измѣнялись.

Пара-ди-іодбензолъ кристаллизовался при $+129,0^\circ$.

Для опытовъ р— $C_6H_4J_2$ былъ отвѣшенъ въ двухъ стеклянныхъ сосудахъ № 9 и № 17*: въ № 9 было 11,298 гр. вещества и 2,257 гр. стекла, въ № 17* было 9,804 гр. вещества и 1,671 гр. стекла.

Стеклянные сосудики помѣщались въ 2 серебряныхъ оболочкахъ № 1 и № 2: вѣсъ № 1 — 2,828 гр., вѣсъ № 2 — 2,805 гр.

Далѣе въ таблицахъ приведены водяной эквивалентъ ваты и серебрянаго сосуда и $Log W$.

t_n означаетъ температуру, до которой было нагрѣто или охлаждено вещество, t_k — конечная температура калориметра ($t_n - t_k = \Delta T_1$), G^1 — показаніе гальванометра, c — найденная теплоемкость.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходилось наблюденіямъ придавать меньшій вѣсъ, что въ каждомъ случаѣ отмѣчено.

Средняя ошибка результата (вычисленная на основаніи указанныхъ въ § 11 возможныхъ погрѣшностей наблюдений) вездѣ приведена, но, какъ уже было указано, она можетъ служить только для приблизительнаго сравненія точности наблюдений.

Т а б л и ц а I.

Пара-ди-іодбензолъ въ стекл. сосуд. № 17*; водяной эквивалентъ серебр. оболочки № 2 и ваты равнялся 0,1682 cal.

$\text{Log } W = 2,0906.$

t_n	t_k	G^1	c
+127,18	+4,90	1,648	0,11762
126,86	5,00	1,6515	0,11854
127,08	4,96	1,6555	0,11857
126,08	4,88	1,6375	0,11800 ($1/2$ вѣс.)
Среднее +126,80	+4,94		0,11821
			Поправка на теплоту отъ паденія +0,00004
			0,11825 \pm 0,0004

Т а б л и ц а II.

Пара-ди-іодбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер. обол. № 2 и ваты = 0,1682 cal.

$\text{Log } W = 2,0903.$

t_n	t_k	G^1	c
+99,39	+4,45	1,472	0,11439
99,32	4,41	1,4685	0,11400
99,45	4,45	1,473	0,11442

Пара-ди-іодбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер. обол. № 2 и ваты = 0,1682 cal.

$\text{Log } W = 2,0884.$

t_n	t_k	G^1	c
+99,45	+4,43	1,4775	0,11415
99,08	4,42	1,475	0,11460
98,85	4,38	1,4705	0,11436 ($1/2$ вѣс.)

Оба ряда наблюдений (одинъ былъ сдѣланъ нѣсколько мѣсяцевъ раньше другаго) соединены въ одно среднее:

Среднее +99,25	+4,42		0,11432
			Поправка на теплоту отъ паденія +0,00005
			0,11437 \pm 0,00035

Т а б л и ц а III.

Пара-ди-iodбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер.
обол. № 2 и ваты = 0,1683 cal.

$\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 70,12	+ 3,17	1,3385	0,11158
	68,86	3,04	1,317	0,11180
	<u>69,51</u>	<u>3,06</u>	1,324	<u>0,11114</u>
Среднее	+ 69,50	+ 3,09		0,11151
	Поправка на теплоту, отъ паденія			+ 0,00007
				<u>0,11158 ± 0,0004</u>

Т а б л и ц а IV.

Пара-ди-iodбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер.
обол. № 2 и ваты = 0,1683 cal.

$\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 62,62	+ 2,76	1,189	0,11084
	62,26	2,93	1,178	0,11082
	<u>62,44</u>	<u>2,85</u>		<u>0,11083</u>
Среднее	+ 62,44	+ 2,85		0,11083
	Поправка на теплоту отъ паденія			+ 0,00007
				<u>0,11090 ± 0,0004</u>

Т а б л и ц а V.

Пара-ди-iodбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер.
обол. № 1 и ваты = 0,1700 cal.

$\text{Log } W = 1,9660.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 32,21	+ 1,49	0,586	0,10398
	32,63	1,53	0,5945	0,10426
	<u>32,42</u>	<u>1,51</u>		<u>0,10412</u>
Среднее	+ 32,42	+ 1,51		0,10412
	Поправка на теплоту отъ паденія			+ 0,00012
				<u>0,10424 ± 0,0006</u>

Т а б л и ц а VI.

Пара-ди-iodбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер.
обол. № 2 и ваты = 0,1654 cal.

$\text{Log } W = 1,9792.$

	t_n	t_k	G^1	c
	— 34,04	— 1,34	0,5645	0,09643
	36,00	1,45	0,595	0,09612
	36,02	1,41	0,5945	0,09579
Среднее	— 35,35	— 1,40		0,09611
	Поправка на теплоту отъ паденія			— 0,00011
				0,09600 ± 0,0006

Т а б л и ц а VII.

Пара-ди-іодбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер. обол. № 1 и ваты = 0,1640 cal.

$\text{Log } W = 1,9743.$

	t_n	t_k	G^1	c
	— 78,52	— 2,83	1,2325	0,08898
	78,31	2,86	1,233	0,08943
	78,52	2,87	1,2365	0,08946

Пара-ди-іодбензолъ въ стекл. сосуд. № 9; вод. экв. сер. обол. № 2 и ваты = 0,1620 cal.

	— 78,25	— 2,82	1,227	0,08899
Среднее	— 78,40	— 2,85		0,08922
	Поправка на теплоту отъ паденія			— 0,00005
				0,08917 ± 0,0005

Б. Мета-ди-іодбензолъ.

Вещество было изготовлено по моему заказу Кальбаумомъ. — Сперва оно очищалось мною двукратной перегонкой водянымъ паромъ, а потомъ одинъ разъ перекристаллизацией изъ спирта: на 50 гр. вещества было взято около 200 гр. абсол. спирта. Затѣмъ влажный продуктъ былъ растворенъ въ смѣси спирта съ эфиромъ: 200 гр. абс. спирта и 10 гр. эфира. Кристаллизация этой смѣси началась (послѣ прививки кристалликомъ мета-ди-іодбензола) при + 16°. По охлажденіи до 0° кристаллы были отфильтрованы и вновь растворены въ абс. спиртѣ: на 42 гр. м-ди-іодбензола 100 гр. абс. спирта. Эта смѣсь кристаллизовалась послѣ прививки при + 30° и была охлаждена до 0° для выдѣленія большаго количества кристалловъ. Эти кристаллы еще разъ были растворены въ абс. спиртѣ: 35 гр. вещества на 70 гр. спирта. Полученные изъ этого раствора кристаллы сушились надъ хлористымъ кальціемъ въ темнотѣ въ продолженіе одного мѣсяца, а затѣмъ было приступлено къ дальнѣйшей очисткѣ.

Въ тонкостѣнныя, запаянныя съ одного конца трубки, внутренней діаметръ которыхъ не превышалъ 4—5 миллиметровъ, вливалось расплавленное вещество, расплавъ былъ закристаллизованъ въ самомъ нижнемъ суженномъ концѣ трубки на протяженіи около одного миллиметра, а затѣмъ вся трубка погружена въ воду термостата, температура котораго была ниже точки плавленія кристалловъ на 1° . Въ трубкахъ происходила кристаллизація такимъ образомъ, что расплавъ закристаллизовывался медленно снизу вверхъ, при чемъ плоскость раздѣла между кристаллами и жидкостью была совершенно ровная. Нѣкоторая незначительная часть, которая послѣ 24-хъ часовъ стоянія, осталась жидкой была отсосана при помощи тонкой стеклянной трубочки. Послѣ этого содержимое трубки была расплавлено и все вышеизложенное повторено съ той только разницей, что температура термостата держалась ниже точки плавленія всего на $0,1^{\circ}$. Незакристаллизовавшійся остатокъ былъ удаленъ посредствомъ тонко свернутой трубки изъ фильтровальной бумаги. — Такой способъ очистки былъ повторенъ съ даннымъ веществомъ еще 15 разъ. Точка плавленія уже не измѣнялась послѣ пятого раза; несмотря на то очень слабо желтое окрашиваніе расплава всетаки сохранилось. — Кристаллы были совершенно прозрачны и безцвѣтны.

Расплавъ кристаллизовался при $+34,20^{\circ}$.

Для опытовъ $m - C_6H_4J_2$ былъ отвѣшенъ въ стекл. сосудикѣ № 12*: 11,422 гр. вещества и 2,202 гр. стекла.

Все остальное, сказанное подѣ А, относится и сюда.

Т а б л и ц а VIII.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 2 и ваты = 0,1677.

$\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 32,93	+ 1,45	0,5965	0,10418
	32,93	1,49	0,598	0,10479
	32,78	1,45	0,5955	0,10470
	32,90	1,50	0,5945	0,10406
Среднее	+ 32,88	+ 1,47		0,10443
			Поправка на теплоту отъ паденія	+ 0,00012
				0,10455 + 0,00045

Т а б л и ц а IX.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 1 и ваты = 0,1702.

 $\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 30,88	+ 1,33	0,5645	0,10528
	30,88	1,42	0,561	0,10508
	30,87	1,33	0,564	0,10536
	30,88	1,34	0,563	0,10514
Среднее	+ 30,88	+ 1,35		0,10522
	Поправка на теплоту отъ паденія			+ 0,00014
				0,10536 ± 0,00045

Т а б л и ц а X.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 2 и ваты = 0,1683.

 $\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 29,04	+ 1,30	0,526	0,10441
	29,04	1,23	0,5295	0,10508
	29,07	1,23	0,5235	0,10330 ($1/4$ в.вс.)
	29,10	1,25	0,5285	0,10458
Среднее	+ 29,06	+ 1,25		0,10458
	Поправка на теплоту отъ паденія			+ 0,00014
				0,10472 ± 0,0005

Т а б л и ц а XI.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 2 и ваты = 0,1654.

 $\text{Log } W = 1,9777.$

	t_n	t_k	G^1	c
	- 36,12	- 1,40	0,5955	0,09506
	36,21	1,41	0,5965	0,09491
	36,34	1,40	0,5985	0,09471
	35,91	1,40	0,5925	0,09502
Среднее	- 36,17	- 1,40		0,09492
	Поправка на теплоту отъ паденія			- 0,00011
				0,09481 ± 0,0006

Т а б л и ц а XII.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 1 и ваты = 0,1641.

 $\text{Log } W = 1,9757.$

	t_n	t_k	G^1	c
	— 78,31	— 2,80	1,2365	0,08991 ($1/2$ вѣс.)
	78,43	2,83	1,2425	0,09038
	<u>78,37</u>	<u>2,83</u>	1,243	<u>0,09059</u>
Среднее	— 78,37	— 2,82		0,09037
				Поправка на теплоту отъ паденія — 0,00005
				<u>0,09032</u> \pm 0,0005

В. Орто-ди-іодбензолъ.

Вещество было изготовлено по моему заказу Кальбаумомъ. — Я его перегонялъ одинъ разъ водянымъ паромъ изъ 5 % раствора ѣдкаго натра, одинъ разъ — изъ 5 % раствора сѣрной кислоты и наконецъ изъ чистой воды. — Кристаллы долгое время сушились въ вакуумѣ надъ хлористымъ кальціемъ, а затѣмъ расплавъ ихъ былъ одинъ разъ перегнанъ въ вакуумѣ. Полученный перегонъ былъ перекристаллизованъ изъ расплава въ трубкахъ, какъ уже было указано выше при описаніи очистки $m - C_6H_4J_2$. Такимъ образомъ вещество было перекристаллизовано 7 разъ. — Расплавъ его былъ совершенно безцвѣтенъ, кристаллы прозрачны и также безцвѣтны.

Температура кристаллизаціи + 23,44°.

Для опытовъ $o - C_6H_4J_2$ былъ отвѣшенъ въ стекл. сосудикѣ № 8*: 11,024 гр. вещества и 1,949 гр. стекла.

Остальное сказанное подъ A относится также сюда.

Т а б л и ц а XIII.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 2 и ваты = 0,1683.

 $\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 23,03	+ 0,95	0,3925	0,10272
	23,02	1,00	0,3955	0,10423
	<u>23,02</u>	<u>1,01</u>	0,394	<u>0,10374</u>
Среднее	+ 23,02	+ 0,99		0,10356
				Поправка на теплоту отъ паденія + 0,00008
				<u>0,10364</u> \pm 0,0006

Т а б л и ц а XIV.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 2 и ваты = 0,1683.

 $\text{Log } W = 1,9700.$

	t_n	t_k	G^1	c
	+ 20,02	+ 0,88	0,346	0,10532
	20,02	0,85	0,3415	0,10324
	20,02	0,89	0,345	0,10502
	20,02	0,84	0,342	0,10318
Среднее	+ 20,02	+ 0,87		0,10419
	Поправка на теплоту отъ паденія			+ 0,00008
				0,10427 ± 0,0007

Т а б л и ц а XV.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 1 и ваты = 0,1670.

 $\text{Log } W = 1,9777.$

	t_n	t_k	G^1	c
	- 36,69	- 1,36	0,581	0,09616
	36,34	1,34	0,577	0,09652
	35,50	1,27	0,5645	0,09675 ($1/2$ вѣс.)
Среднее	- 36,28	- 1,32		0,09642
	Поправка на теплоту отъ паденія			- 0,00011
				0,09631 - 0,0006

Т а б л и ц а XVI.

Водяной эквивалентъ сер. обол. № 1 и ваты = 0,1641.

 $\text{Log } W = 1,9757.$

	t_n	t_k	G^1	c
	- 78,64	- 2,68	1,188	0,09055
	78,58	2,70	1,186	0,09049
	78,61	2,70	1,1895	0,09086
Среднее	- 78,61	- 2,69		0,09063
	Поправка на теплоту отъ паденія			- 0,00004
				0,09059 ± 0,0005

Здѣсь уже слѣдуетъ отмѣтить, что среднія теплоемкости орто-, мета- и пара-ди-iodбензола, хотя и разнятся между собою нѣсколько болѣе

чѣмъ на вычисленную среднюю ошибку, въ виду неправильности отклоненій можно считать одинаковыми.

Въ общія среднія числа я соединилъ среднія изъ табл. III, IV; V, VIII, IX, X; XIII, XIV; VI, XI, XV; VII, XII, XVI и привожу ихъ вмѣстѣ съ средними изъ табл. I и II въ слѣдующей таблицѣ (значеніе Δ будетъ объяснено въ § 13).

Таблица XVII.

$+ 126,80$ C	$= 0,1183 \pm 0,0004$	$(- 0,0002)$
$+ 4,94$		
$+ 99,25$ C	$= 0,1144 \pm 0,0004$	$(- 0,0003)$
$+ 4,42$		
$+ 65,97$ C	$= 0,1112 \pm 0,0004$	$(+ 0,0011)$
$+ 2,97$		
$+ 31,29$ C	$= 0,1048 \pm 0,0005$	$(- 0,0005)$
$+ 1,89$		
$+ 21,52$ C	$= 0,1040 \pm 0,0006$	$(+ 0,0001)$
$+ 0,93$		
$- 35,93$ C	$= 0,0957 \pm 0,0006$	$(- 0,0003)$
$- 1,37$		
$- 78,46$ C	$= 0,0900 \pm 0,0005$	$(- 0,0001)$
$- 2,79$		

13. Эмпирическая формула.

Среднія числа, помѣщенные въ табл. XVII, послужили для вывода эмпирической формулы для средней теплоемкости.

Оказывается, что средняя теплоемкость между t_1^0 и t_2^0 можетъ быть достаточно точно выражена формулой:

$$\underline{C_{t_2}^{t_1} = 0,10093 + 0,0001332 (t_1 + t_2), \quad (1)}$$

причемъ наибольшія отклоненія составляютъ 1% наблюденной величины. — Отсюда для средней теплоемкости между t^0 и 0^0 :

$$C_0^t = 0,10093 + 0,0001332 t \quad (2)$$

и для истинной теплоемкости при t^0 :

$$C_t = 0,10093 + 0,0002664 t \quad (3)$$

Формула (1) была вычислена при помощи способа наименьших квадратовъ.

Конечно можно было бы примѣнить формулу и съ большимъ числомъ постоянныхъ [хотя бы вида: $c \frac{t_1}{t_2} = a + b(t_1 + t_2) + c(t_1^2 + t_1 t_2 + t_2^2)$], но согласованіе улучшилось бы отъ этого немного, почему я ограничиваюсь менѣе сложной формулой. — Въ табл. XVII въ скобкахъ подъ Δ обозначены разности наблюдаемыхъ среднихъ теплоемкостей и вычисленныхъ по формулѣ (1).

Хотя формула (1) съ практической стороны является удовлетворительной, но какъ и всякая иная чисто эмпирическая она не удовлетворяетъ нашему стремленію проникнуть глубже въ явленіе теплоемкости и не способствуетъ пониманію.

14. Рациональная формула.

Желаніе связать теплоемкость съ другими физическими величинами и по возможности вычислять впередъ теплоемкости твердыхъ тѣлъ уже появилось давно, но до новѣйшаго времени попытки не увѣнчались значительными успѣхами.

По болѣе старымъ теоретическимъ воззрѣніямъ истинная теплоемкость одноатомнаго твердаго вещества при постоянномъ объемѣ выражается такъ:

$$C_v = 3R,$$

а молекулярная теплоемкость:

$$MC_v = 3Rn \quad (n \text{ число атомовъ въ молекулѣ}).$$

Этимъ двумъ формуламъ соответствуютъ законы Дюлонга и Пти и Нейманна, Ренъо и Коппа.

Однако извѣстно, что эти законы только приближенные и довольно давно было установлено, что особенно металлоиды C , B , Si сильно отклоняются, имѣя $C_p < 3R$, причемъ выяснилось, что съ повышеніемъ температуры увеличивается теплоемкость для этихъ элементовъ, т. е. было найдено, что теплоемкость не есть постоянная величина.

Впослѣдствіи оказалось, что у многихъ металловъ, у которыхъ при болѣе высокихъ температурахъ C_p близка къ $3R$, при низкихъ температурахъ она уменьшается; но, такъ какъ всегда наблюдались среднія теплоемкости, то это уменьшеніе особенно рельефно не выступало.

Итакъ было выяснено посредствомъ опыта, что C_p и поэтому и C_v вообще не постоянны и съ пониженіемъ температуры уменьшаются.

Первую удачную попытку объяснить это непостоянство сдѣлалъ Эйнштейнъ.

Онъ показалъ¹⁾, что, если носителями теплоты у твердыхъ тѣлъ являются положительные іоны, то они могутъ находиться въ термическомъ равновѣсіи съ излученіемъ абсолютно чернаго тѣла только, если содержатъ энергію:

$$U = \frac{3R}{N_0} \cdot \frac{\beta \nu}{e^{\frac{\beta \nu}{T}} - 1} \cdot \dots \dots \dots (4)$$

Тогда:

$$\frac{dU}{dT} = C_v = 3R \Sigma \frac{\left(\frac{\beta \nu}{T}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta \nu}{T}}}{\left(e^{\frac{\beta \nu}{T}} - 1\right)^2} \cdot \dots \dots \dots (5)$$

(R — постоянная для газовъ, β — постоянная и равна $4,865 \times 10^{-11}$, ν — число ультракрасныхъ самоколебаній, T — абсолютная температура, e — основаніе натурального логарифма).

Впослѣдствіи онъ замѣтилъ²⁾, что этотъ законъ распредѣленія энергіи можетъ быть распространенъ и на отрицательные іоны и на не заряженные электричествомъ атомы.

Нернстъ³⁾ пришелъ къ той же формулѣ независимо отъ закона излученія Планка, предполагая, что атомы твердаго тѣла, съ числомъ колебаній ν , могутъ отдавать или принимать только цѣлые кванты энергіи $\varepsilon = h\nu$.

При опытной провѣркѣ этой формулы (благодаря новому способу опредѣленія истинной теплоемкости Нернста⁴⁾) однако выяснилось, что при очень низкихъ температурахъ формула Эйнштейна не соотвѣтствуетъ дѣйствительности, а именно значенія, вычисленные по формулѣ (5), значительно меньше наблюдаемыхъ.

1) Annalen d. Phys. [4] 22, 180 (1907).

2) Annalen d. Phys. [4] 22, 800 (1907).

3) Zeitschr. f. Elektrochem. 17, 265 (1911).

4) Sitzungsber. d. königl. Akademie d. Wissensch. (1910), 262.

Вскорѣ Нернстъ и Линдеманнъ¹⁾ предложили слѣдующую формулу для истинной атомной теплоемкости:

$$C_v = \frac{3}{2} R \left(\frac{\left(\frac{\beta\nu}{T}\right)^2 \cdot \frac{\beta\nu}{T}}{\left(\frac{\beta\nu}{T} - 1\right)^2} + \frac{\left(\frac{\beta\nu}{2T}\right)^2 \cdot \frac{\beta\nu}{2T}}{\left(\frac{\beta\nu}{2T} - 1\right)^2} \right) \dots (6)$$

Отличіе этой формулы отъ (5) состоитъ въ томъ, что при выводѣ ея предполагалось, что потенциальная энергія атомовъ измѣняется въ половинныхъ квантахъ, между тѣмъ какъ кинетическая энергія пріобрѣтается и отдается въ цѣлыхъ квантахъ.

Формула (6) даетъ теплоемкость при постоянномъ объемѣ, между тѣмъ какъ опредѣляется теплоемкость при постоянномъ давленіи, однако Нернстъ²⁾ показалъ, что

$$C_p = C_v + a' T^{3/2}, \dots (7)$$

гдѣ a' постоянная, мѣняющаяся съ веществомъ.

Эмпирически такимъ добавочнымъ членомъ для вычисленія C_p уже воспользовались раньше Магнусъ и Линдеманнъ³⁾.

Кромѣ изслѣдованій Нернста и его учениковъ появились, большею частью уже позже, теоретическія работы Рейнгаума⁴⁾, Деби⁵⁾, Борна и Кармана⁶⁾ и Юптнера⁷⁾. Во всѣхъ предложенныхъ формулахъ C_v выведена какъ функція отъ нѣкотораго ν .

Хотя формулы Деби, а также Борна и Кармана несомнѣнно теоретически лучше обоснованы нежели формула Нернста и Линдемманна, однако практически формулы Нернста и Линдемманна, Борна и Кармана и Деби при не очень низкихъ температурахъ и не очень большихъ ν даютъ достаточно согласныя значенія

1) Sitzungsber. d. königl. preuss. Akademie d. Wissensch. (1911), 494.

2) Annalen d. Physik [4] 36, 395, (1911).

3) Zeitschr. f. Elektrochem. 16, 269 (1910).

4) Physik. Zeitschr. 10, 351 (1909).

5) Annalen d. Physik [4] 39, 789 (1912).

6) Phys. Zeitschr. 13, 297 (1912); 14, 15 (1913); 14, 65 (1913).

7) Zeitschr. f. Elektrochem. 19, 711 (1913); 20, 10 (1914); 20, 105 (1914); 20, 187 (1914).

для C_v . Деби I. с. далъ математическое объясненіе этому совпадению его формулы съ формулой Нернста и Линдемманна.

Всѣ перечисленныя новѣйшія формулы выведены для одноатомныхъ и двуатомныхъ изотропныхъ тѣлъ.

Такъ какъ я здѣсь поставилъ себѣ задачу вычислить ν для связанныхъ элементовъ, входящихъ въ составъ органическихъ веществъ — изомерныхъ ди-іодбензоловъ и такъ какъ до сихъ поръ не извѣстна подходящая формула для теплоемкости твердыхъ веществъ съ многоатомными молекулами и анизотропныхъ, то я пока воспользовался для своихъ вычислений формулой Нернста и Линдемманна, сознавая, что пренебрегаю:

1) тѣмъ фактомъ, что колебанія атомовъ здѣсь навѣрно сильно отличаются отъ синусовыхъ, хотя это до извѣстной степени и учитывается примѣненной формулой,

2) фактомъ анизотропности.

Кромѣ того при примѣненіи формулы Нернста и Линдемманна можно пользоваться таблицами въ монографіи Ф. Поллитцера¹⁾, что сильно сокращаетъ вычисления.

Прежде всего важно было выяснитъ, насколько чувствительно отзовется на теплоемкости твердыхъ (кристаллическихъ) веществъ изомерія мѣста въ бензолномъ ядрѣ.

Какъ мы знаемъ, эта изомерія вліяетъ на точку плавленія, а также на удѣльный вѣсъ, точку кипѣнія и еще другія свойства. — Мои опредѣленія показываютъ, что въ данныхъ промежуткахъ температуры при достигнутой точности опредѣлений среднія теплоемкости изомеровъ ди-іодбензола какъ будто не различаются; поэтому, выражая теплоемкость функціею отъ ν , можно для элементовъ, входящихъ одинаково въ составъ орто-, мета- и пара-ди-іодбензола, принять равныя значенія для ν .

Въ изслѣдованныхъ мною соединеніяхъ имѣются элементы C , H , J . Спрашивается, какія слѣдуетъ придать значенія ν для атомовъ этихъ элементовъ? При этомъ изъ формулы для бензола видно, что изъ шести атомовъ C — четыре связаны съ однимъ элементомъ, а два съ другимъ; поэтому возможно, что для выраженія теплоемкости атомовъ углерода ν нужно приписать два значенія. Но возможно, что это обстоятельство и не играетъ роли.

1) D. Berechnung chem. Affinitäten nach dem Nernstschen Wärmetheorem. Stuttgart. 1912.

Для одноатомного твердаго тѣла мы имѣемъ по Нернсту и Линдемману для истинной атомной теплоемкости при постоянномъ давленіи:

$$(C. A) = \frac{3}{2} R \left[\frac{\left(\frac{\beta \nu}{T}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta \nu}{T}}}{\left(e^{\frac{\beta \nu}{T}} - 1\right)^2} + \frac{\left(\frac{\beta \nu}{2T}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta \nu}{2T}}}{\left(e^{\frac{\beta \nu}{2T}} - 1\right)^2} \right] + a' T^{3/2}. \quad (8)$$

и для средней теплоемкости между температурами T_1 и T_2 :

$$(C. A)_{T_2}^{T_1} = \frac{3R}{2(T_1 - T_2)} \left[\frac{\beta \nu}{e^{\frac{\beta \nu}{T_1}} - 1} + \frac{\frac{\beta \nu}{2}}{e^{\frac{\beta \nu}{2T_1}} - 1} - \frac{\beta \nu}{e^{\frac{\beta \nu}{T_2}} - 1} - \frac{\frac{\beta \nu}{2}}{e^{\frac{\beta \nu}{2T_2}} - 1} \right] + \frac{2}{5} \cdot \frac{a'}{T_1 - T_2} (T_1^{5/2} - T_2^{5/2}) \dots \dots \dots (9)$$

Если принять, что въ соединеніяхъ теплоемкость вообще величина аддитивная, то истинная молекулярная теплоемкость при постоянномъ давленіи выражается такъ:

$$(C. M) = \frac{3}{2} R \sum_{\nu_1}^{\nu_n} \left[\frac{\left(\frac{\beta \nu}{T}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta \nu}{T}}}{\left(e^{\frac{\beta \nu}{T}} - 1\right)^2} + \frac{\left(\frac{\beta \nu}{2T}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta \nu}{2T}}}{\left(e^{\frac{\beta \nu}{2T}} - 1\right)^2} \right] + a T^{3/2} \quad (10)$$

а средняя теплоемкость между температурами T_1 и T_2 :

$$(C. M)_{T_2}^{T_1} = \frac{3R}{2(T_1 - T_2)} \sum_{\nu_1}^{\nu_n} \left(\frac{\beta \nu}{e^{\frac{\beta \nu}{T_1}} - 1} + \frac{\frac{\beta \nu}{2}}{e^{\frac{\beta \nu}{2T_1}} - 1} - \frac{\beta \nu}{e^{\frac{\beta \nu}{T_2}} - 1} - \frac{\frac{\beta \nu}{2}}{e^{\frac{\beta \nu}{2T_2}} - 1} \right) + \frac{2}{5} \frac{a}{T_1 - T_2} (T_1^{5/2} - T_2^{5/2}) \dots \dots \dots (11)$$

Здѣсь слѣдуетъ указать на то, что въ общей формулѣ (11) $\beta \nu$ или ν нужно будетъ приписывать три или четыре различныхъ

1) F. Koref, Annalen d. Physik [4], 36, 67 (1911).

значенія въ зависимости отъ того, положимъ ли мы для всѣхъ углеродныхъ атомовъ одно значеніе ν или для четырехъ иныя нежели для двухъ.

Формулу (9) я немного преобразовалъ для удобнаго вычисленія:

Сперва я ввелъ $\frac{3}{2}R$ въ скобки [] и нѣсколько иначе сгруппировалъ члены въ скобкахъ:

$$(C.A)_{T_2}^{T_1} = \frac{1}{T_1 - T_2} \left[\frac{3R}{2} \left(\frac{\beta\nu}{e^{\frac{\beta\nu}{T_1} - 1}} + \frac{\frac{\beta\nu}{2}}{e^{\frac{\beta\nu}{2T_1} - 1}} \right) - \frac{3R}{2} \left(\frac{\beta\nu}{e^{\frac{\beta\nu}{T_2} - 1}} + \frac{\frac{\beta\nu}{2}}{e^{\frac{\beta\nu}{2T_2} - 1}} \right) \right] + \frac{2}{5} \cdot \frac{a'}{T_1 - T_2} (T_1^{5/2} - T_2^{5/2}) \quad (12)$$

Затѣмъ я помножилъ и соотвѣтственно раздѣлилъ въ скобкахъ [] первую сумму на T_1 , а вторую на T_2 :

$$\frac{3R}{2} \left(\frac{\frac{\beta\nu}{T_1}}{e^{\frac{\beta\nu}{T_1} - 1}} + \frac{\frac{\beta\nu}{2T_1}}{e^{\frac{\beta\nu}{2T_1} - 1}} \right) \times T_1 - \frac{3R}{2} \left(\frac{\frac{\beta\nu}{T_2}}{e^{\frac{\beta\nu}{T_2} - 1}} + \frac{\frac{\beta\nu}{2T_2}}{e^{\frac{\beta\nu}{2T_2} - 1}} \right) \times T_2 \quad (13)$$

Въ таблицахъ вышеприведенной монографіи Ф. Поллитцера на стр. 166 и 167 даны значенія для $\frac{U - U_0}{T}$:

$$\frac{U - U_0}{T} = \frac{5,955}{2} \left[\frac{\frac{\beta\nu}{T}}{e^{\frac{\beta\nu}{T} - 1}} + \frac{\frac{\beta\nu}{2T}}{e^{\frac{\beta\nu}{2T} - 1}} \right] = \frac{f(\beta\nu)}{T} \quad (14)$$

Какъ извѣстно $5,955 = 3R$ и поэтому выраженіе (13) можно на основаніи формулы (14) написать въ такомъ видѣ:

$$\frac{f(\beta\nu)}{T_1} \times T_1 - \frac{f(\beta\nu)}{T_2} \times T_2 \quad \dots \quad (15)$$

Тогда средняя атомная теплоемкость при постоянномъ давленіи выразится такимъ образомъ:

$$(C. A) \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{T_1 - T_2} \left[\frac{f(\beta\nu)}{T_1} \times T_1 - \frac{f(\beta\nu)}{T_2} \times T_2 \right] + 0,4 \frac{a'}{T_1 - T_2} (T_1^{5/2} - T_2^{5/2}) \quad (16)$$

Численные значения для $\frac{f(\beta\nu)}{T_1}$ и $\frac{f(\beta\nu)}{T_2}$ можно взять из табл. Поллитцера I. с., чѣмъ вычисленіе теплоемкостей значительно упрощается.

Спрашивается, какъ найти интересующія насъ значенія $\beta\nu$ и a , пользуясь форм. (16) и (11)?

Приходится дѣйствовать подстановкой, при чемъ я сначала предположилъ для атомовъ C только одно значеніе $\beta\nu$. — Такимъ образомъ я нашелъ: $\beta\nu_C = 2050$, $\beta\nu_H = 850$, $\beta\nu_J = 75$; a я приравнилъ 0.

Наблюденныя и вычисленныя молекулярныя теплоемкости, и разности между ними даны въ слѣдующей таблицѣ.

Таблица XVIIIа.

	Набл.	Выч.	Δ
$(C. M) + \begin{matrix} 126,80 \\ 4,94 \end{matrix}$	39,01	39,78	— 0,77
$(C. M) + \begin{matrix} 99,25 \\ 4,42 \end{matrix}$	37,73	38,72	— 0,99
$(C. M) + \begin{matrix} 69,50 \\ 3,09 \end{matrix}$	36,81	37,37	— 0,56
$(C. M) + \begin{matrix} 31,29 \\ 1,39 \end{matrix}$	34,56	35,61	— 1,05
$(C. M) + \begin{matrix} 21,52 \\ 0,93 \end{matrix}$	34,30	35,17	— 0,87
$(C. M) - \begin{matrix} 35,93 \\ 1,37 \end{matrix}$	31,57	32,16	— 0,59
$(C. M) - \begin{matrix} 78,46 \\ 2,79 \end{matrix}$	29,70	29,74	— 0,04

Найденными приближенными значеніями $\beta\nu$ и a можно воспользоваться для полученія болѣе точныхъ при помощи способа наименьшихъ квадратовъ.

Для примѣненія этого способа нужно знать частныя производныя $(C. M) \frac{T_1}{T_2}$ по ν_C , ν_H , ν_J и a .

Такъ какъ благодаря нѣкоторымъ преобразованіямъ я получилъ сравнительно простыя выраженія для нихъ, вычисленіе которыхъ опять значительно облегчается пользованіемъ таблицъ Поллитцера, то я позволю себѣ привести выводъ.

Обозначимъ здѣсь среднюю молекулярную теплоемкость (при постоянномъ давленіи) черезъ C , среднюю атомную теплоемкость

(при постоянномъ объемѣ) C черезъ C'_c , H черезъ C'_H , J черезъ C'_J и наконецъ теплоту отъ расширения и пр. черезъ A . — При дифференцированіи будемъ считать $(\beta\nu)$ за переменную.

$$C = 6(C'_c) + 4(C'_H) + 2(C'_J) + A \dots \dots (17)$$

$$\frac{\partial C}{\partial(\beta\nu_c)} = 6 \frac{\partial(C'_c)}{\partial(\beta\nu_c)}; \quad \frac{\partial C}{\partial(\beta\nu_H)} = 4 \frac{\partial(C'_H)}{\partial(\beta\nu_H)}; \quad \frac{\partial C}{\partial(\beta\nu_J)} = 2 \frac{\partial(C'_J)}{\partial(\beta\nu_J)};$$

$$\frac{\partial C}{\partial a} = \frac{\partial A}{\partial a} \dots \dots \dots (18)$$

Вернемся къ формулѣ (9). Видно, что C' въ формулѣ (17) соотвѣтствуютъ $(C.A)_{T_2}^{T_1}$ въ формулѣ (9), но безъ члена

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{a'}{T_1 - T_2} (T_1^{5/2} - T_2^{5/2});$$

$$C' = \frac{3R}{2(T_1 - T_2)} \left[\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1} + \frac{\frac{\beta\nu}{2}}{e^{2T_1} - 1} - \frac{\beta\nu}{e^{T_2} - 1} - \frac{\frac{\beta\nu}{2}}{e^{2T_2} - 1} \right] (19)$$

Найдемъ теперь $\frac{\partial C'}{\partial(\beta\nu)}$:

$$\frac{\partial C'}{\partial(\beta\nu)} = \frac{3R}{2(T_1 - T_2)} \left[\frac{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1} \right) - \frac{\beta\nu}{T_1} \cdot \frac{\beta\nu}{e^{T_1}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1} \right)^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_1} - 1} \right) - \frac{\beta\nu}{2T_1} \cdot \frac{\beta\nu}{e^{2T_1}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_1} - 1} \right)^2} - \frac{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_2} - 1} \right) - \frac{\beta\nu}{T_2} \cdot \frac{\beta\nu}{e^{T_2}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_2} - 1} \right)^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_2} - 1} \right) - \frac{\beta\nu}{2T_2} \cdot \frac{\beta\nu}{e^{2T_2}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_2} - 1} \right)^2} \right] \dots \dots (20)$$

Выполняя дѣленія въ скобкахъ [], мы получаемъ :

$$\frac{\partial C'}{\partial(\beta\nu)} = \frac{3R}{2(T_1 - T_2)} \left[\frac{1}{\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1} - \frac{\frac{\beta\nu}{T_1} \cdot e^{\frac{\beta\nu}{T_1}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1}\right)^2}} + \frac{\frac{1}{2}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_1} - 1}\right)} - \frac{\frac{\frac{\beta\nu}{4T_1} \cdot e^{\frac{\beta\nu}{2T_1}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_1} - 1}\right)^2} - \frac{1}{e^{T_2} - 1}} + \frac{\frac{\frac{\beta\nu}{T_2} \cdot e^{\frac{\beta\nu}{T_2}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_2} - 1}\right)^2} - \frac{1}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_2} - 1}\right)}} + \frac{\frac{\frac{\beta\nu}{4T_2} \cdot e^{\frac{\beta\nu}{2T_2}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_2} - 1}\right)^2}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_2} - 1}\right)} \right] \dots \dots \dots (21)$$

Далѣе, переставляя и группируя члены и производя соотвѣтственно нѣкоторыя умноженія и дѣленія на $\beta\nu$, T_1 и T_2 , мы получаемъ :

$$\frac{\partial C'}{\partial(\beta\nu)} = \frac{1}{\beta\nu} \left\{ \frac{3R}{2(T_1 - T_2)} \left(\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1} + \frac{\frac{\beta\nu}{2}}{e^{2T_1} - 1} - \frac{\beta\nu}{e^{T_2} - 1} - \frac{\frac{\beta\nu}{2}}{e^{2T_2} - 1} \right) - \frac{1}{T_1 - T_2} \left[\frac{3R}{2} \left(\frac{\left(\frac{\beta\nu}{T_1}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta\nu}{T_1}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_1} - 1}\right)^2} + \frac{\left(\frac{\beta\nu}{2T_1}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta\nu}{2T_1}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_1} - 1}\right)^2} \right) \times T_1 - \frac{3R}{2} \left(\frac{\left(\frac{\beta\nu}{T_2}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta\nu}{T_2}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{T_2} - 1}\right)^2} + \frac{\left(\frac{\beta\nu}{2T_2}\right)^2 \cdot e^{\frac{\beta\nu}{2T_2}}}{\left(\frac{\beta\nu}{e^{2T_2} - 1}\right)^2} \right) \times T_2 \right] \right\} \dots \dots (22)$$

Наконецъ, на основаніи формулъ (19) и (6) :

$$\frac{\partial C'}{\partial(\beta\nu)} = \frac{1}{\beta\nu} \left\{ C' - \frac{1}{T_1 - T_2} \left[(C_v)_{T_1} \times T_1 - (C_v)_{T_2} \times T_2 \right] \right\}, (23)$$

гдѣ

$$C' = \frac{1}{T_1 - T_2} \left[\frac{f(\beta\nu)}{T_1} \times T_1 - \frac{f(\beta\nu)}{T_2} \times T_2 \right], \text{ ср. форм. (16). (24)}$$

Численныя значенія для $\frac{f(\beta\nu)}{T_1}$ и $\frac{f(\beta\nu)}{T_2}$ можно найти въ табл.

Поллитцера, стр. 166 и 167, а значенія для $(C_v)_{T_1}$ и $(C_v)_{T_2}$ тамъ же, стр. 165.

Напишемъ еще $\frac{\partial C}{\partial a}$ (ср. форм. (18), (17) и (11)):

$$\frac{\partial C}{\partial a} = \frac{0,4 (T_1^{5/2} - T_2^{5/2})}{T_1 - T_2} \dots \dots \dots (25)$$

Вставляя въ формулу (23) приближенныя значенія для $\beta\nu_c$, $\beta\nu_H$, $\beta\nu_J$ и въ формулу (25) для a , мы получаемъ соответственно нѣкоторыя числа k , l , m , n ; далѣе, обозначая через Δ разность между наблюд. и вычисл. теплоемкостями, мы наконецъ получаемъ, ср. (17), слѣдующее уравненіе, гдѣ α , β , γ и δ суть коррекціи къ найденнымъ приближеннымъ значеніямъ $\beta\nu$ и a :

$$\Delta = 6ka + 4l\beta + 2m\gamma + n\delta^1) \dots \dots \dots (26)$$

Подставивъ въ (26) численныя значенія и помноживъ на $\sqrt{\quad}$ изъ соотвѣственныхъ вѣсовъ, я получилъ всего 7 уравненій съ 4 неизвѣстными α , β , γ и δ , которыя нужно было рѣшить.

При рѣшеніи δ получилось отрицательное и, такъ какъ первоначально a было приравнено 0, то и $a < 0$. Это не соотвѣтствуетъ дѣйствительности, ибо вещества при нагрѣваніи расширяются и производится внутренняя работа противъ силъ сцѣпленія.

Предположимъ теперъ, что теплоемкость не у всѣхъ шести углеродныхъ атомовъ одинакова, а у четырехъ другая нежели у двухъ.

Послѣдовательной подстановкой я нашелъ $\beta\nu$ для 4-хъ атомовъ C равнымъ 3100, а для 2-хъ равнымъ 1400; для атомовъ H и J я оставилъ прежнія приближенныя значенія $\beta\nu$ и a положилъ равнымъ + 0,0001.

1) Ср. Fr. Kohlrausch, Lehrbuch d. prakt. Physik (1910), 17 и д.

Эти приближенные значения дают лучшее согласование вычислений съ наблюдениями, но, что причиной тому является только наше новое предположение, категорически утверждать нельзя, такъ какъ увеличеніе числа константъ формулы вообще сопровождается улучшеніемъ согласованія.

Въ слѣдующей таблицѣ я привожу наблюденныя и вычисленныя молекулярныя теплоемкости и разности между ними.

Т а б л и ц а XVIII в.

	Набл.	Выч.	Δ
$(C. M) + \begin{smallmatrix} 126,80 \\ + 4,94 \end{smallmatrix}$	39,01	38,75	+ 0,26
$(C. M) + \begin{smallmatrix} 99,25 \\ + 4,42 \end{smallmatrix}$	37,73	37,77	— 0,04
$(C. M) + \begin{smallmatrix} 65,97 \\ + 2,97 \end{smallmatrix}$	36,69	36,47	+ 0,22
$(C. M) + \begin{smallmatrix} 31,29 \\ + 1,39 \end{smallmatrix}$	34,56	34,95	— 0,39
$(C. M) + \begin{smallmatrix} 21,52 \\ + 0,93 \end{smallmatrix}$	34,30	34,52	— 0,22
$(C. M) - \begin{smallmatrix} 35,98 \\ - 1,37 \end{smallmatrix}$	31,57	31,90	— 0,33
$(C. M) - \begin{smallmatrix} 78,46 \\ - 2,79 \end{smallmatrix}$	29,70	29,63	+ 0,07

Отклоненія достигаютъ 1,1% наблюденной величины; но при этомъ слѣдуетъ указать на то, что точность этихъ вычислений съ помощью таблицъ Поллитцера едва-ли болѣе 0,2%.

Способомъ наименьшихъ квадратовъ возможно было бы достигнуть еще лучшаго согласованія, но въ виду того, что я не могъ распространить своихъ опредѣленій до низкихъ температуръ за неимѣніемъ здѣсь жидкаго воздуха и водорода, а кромѣ того формула (6), хотя во многихъ случаяхъ хорошо связываетъ факты, всетаки недостаточно теоретически обоснована (сами авторы говорятъ о „предварительной гипотезѣ“), то я счелъ здѣсь примѣненіе этого способа пока излишнимъ: найденныя посредствомъ него значенія всетаки окажутся точными только въ изслѣдованномъ промежуткѣ температуры.

Найденныя же мною посредствомъ подстановки значенія достаточно точны, чтобы служить приближенными значеніями для вычислений, если распространить изслѣдованія до низкихъ температуръ или на другія вещества.

Пока для меня важно было только выяснить, что и сейчас уже можно, пользуясь сравнительно простыми представлениями и одной из новѣйшихъ формулъ, довольно точно вычислить теплоемкость хотя бы и несложныхъ органическихъ кристаллическихъ веществъ въ довольно значительномъ промежуткѣ температуры.

Въ виду того, что органическія соединенія состоятъ изъ небольшого числа элементовъ, ихъ составляющихъ, при чемъ количество различныхъ связей между элементами относительно не слишкомъ велико, мнѣ кажется, что при достаточно цѣлесообразномъ и умѣломъ выборѣ матеріала удастся найти значенія $\beta\nu$ или какихъ либо другихъ константъ, отъ которыхъ зависятъ ходъ кривыхъ, примѣрно, для C — въ соединеніи съ C , H , Cl , Br , J , S , O , N , P , для $C =$ въ соединеніи съ C , S , O , N , P , для $C \equiv$ въ соединеніи съ C , N , P , и т. д. — Такъ какъ въ случаѣ химическихъ соединеній мы имѣемъ дѣло вообще съ константой $\Sigma a'$, то слѣдуетъ находить значенія для отдѣльныхъ a' , входящихъ въ Σ . — Тогда, пользуясь аддитивностью (которая является важнымъ условіемъ для успѣшнаго выполненія намѣченной задачи), мы будемъ въ состояніи для органическихъ соединеній вычислять величину C_p . — Конечно я даю себѣ ясно отчетъ въ томъ, что возможны различныя затрудненія, напр. появленіе модификацій и т. п.

Мнѣ кажется, что въ будущемъ химики, способные разбираться въ огромномъ числѣ химическихъ соединеній и судить о чистотѣ веществъ и знающіе ихъ свойства, пользуясь выводами и формулами физиковъ, могутъ принести немалую пользу въ дѣлѣ выясненія закономерностей, которымъ подлежитъ теплоемкость.

15. Результаты.

1) Среднія теплоемкости кристалл. о-, м- и п-ди-іодбензоловъ можно считать одинаковыми въ промежуткѣ температуры отъ $+30^{\circ}$ до -80° .

2) Вычислена одна эмпирическая формула для средней теплоемкости кристалл. изомерныхъ ди-іодбензоловъ:

$$C_{t_2}^{t_1} = 0,10093 + 0,0001332 (t_1 + t_2) \text{ (отъ } +127^{\circ} \text{ до } -78^{\circ}\text{).}$$

3) Для кристаллическихъ изомерныхъ ди-іодбензоловъ приближенные значенія $\beta\nu$ для углерода, связаннаго съ H , = 3100; —

для углерода, связанного съ $J, = 1400$; — для водорода, связанного съ $C, = 850$; — для іода, связанного съ $C, = 75$; приближ. значеніе $a = + 0,0001$.

Значенія $\beta\nu$ относятся къ формулѣ Нернста и Линдемманна

Н. И. Виноградову за весьма существенную помощь, оказанную при чтеніи корректуръ, высказываю сердечную признательность

г. Юрьевъ, въ октябрѣ 1915 г.

Образование воронковидных устьицъ.

Н. Шотовскій.

Съ 6-ю рисунками въ текстѣ.

Рѣшая вопросъ о происхожденіи „воронковидныхъ“ устьицъ, проф. Б. Гриневецкій¹⁾ пришелъ къ заключенію, что „образование ихъ можно объяснить себѣ двоякимъ путемъ:

1) Можно себѣ представить, что выступы задняго дворика постепенно уменьшаются и наконецъ исчезаютъ, и остается только передній дворикъ, сильно расширенный, снабженный двумя большими кутикулярными выступами, согласно схемѣ А, В и С (рис. 1).

2) Можно себѣ представить, что центральная щель при постепенномъ уменьшеніи высоты задняго дворика будетъ все ниже и наконецъ исчезаетъ такъ, что передній дворикъ сольется съ заднимъ въ одну полость, согласно схемѣ А, Д и Е (рис. 1).“

„Этотъ второй способъ, — полагаетъ Б. Гриневецкій, — является гораздо болѣе правдоподобнымъ.“

Дѣйствительно, среди *Saxifragaceae*, *Compositae* и другихъ растительныхъ группъ, въ которыхъ найдены воронковидныя устьица, встрѣчаются и формы переходнаго типа, чрезвычайно похожія на фиг. подъ буквою Д.

Такой переходный (по схемѣ) типъ является въ данномъ случаѣ конечной стадіей въ развитіи устьица. Для примѣра можно указать на нѣкоторые виды родовъ *Astilbe*, *Saxifraga*, *Deutzia*, *Crataegus*, *Senecio* и др.²⁾ Но есть и прямые указанія, что „переходный типъ“ не только теоретически мыслимъ, но существуетъ именно какъ таковой.

1) Б. Гриневецкій: Анатомическія изслѣдованія надъ устьицами. Труды Общ. Ест. при И. Ю. У. XXI. ст. 36.

2) I. с. рис. 5, 24, 61, 200 и др.

Изслѣдуя видъ *Heuchera americana* изъ сем. *Saxifragaceae*, я замѣтилъ, что въ началѣ лѣта молодые, хотя уже вполне развитшіеся, листья несутъ на себѣ устья близко стоящія по строенію къ схематическому типу Д, а во второй половинѣ лѣта, на болѣе старыхъ листочкахъ, выступаетъ уже чистый воронковидный типъ.

Еще болѣе доказательна исторія развитія устьицъ у *Rodgersia tabularis*, *Brexia madagascariensis*, *Platanus occidentalis* и *Senecio actuangulus*. Прослѣдивъ ее, проф. Б. Гриневецкій¹⁾ установилъ, что ходъ развитія вполне совпадаетъ со схемой А, Д, Е и

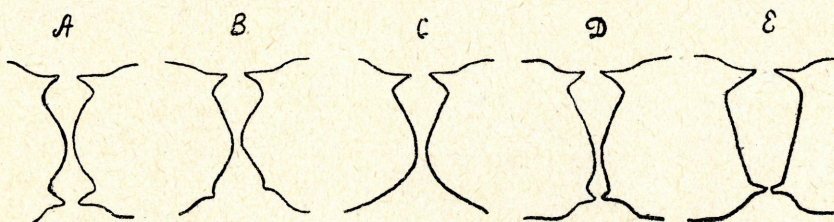


Рис. 1. (Схема по Б. Гриневецкому).

въ указанныхъ случаяхъ заканчивается въ то время, когда ткани листа не успѣли вполне дифференцироваться, т. е. когда почти не можетъ быть рѣчи о приспособленіи къ внѣшнимъ условіямъ.

Итакъ, схема А, Д и Е соответствуетъ дѣйствительности, но оказывается, что и другая схема А, В, С не менѣе правдоподобна.

Изучая строеніе устьицъ у различныхъ представителей *Celastrales*²⁾ и внимательно просматривая рисунки Б. Гриневецкаго, я пришелъ къ предположенію, что мы имѣемъ не одинъ „воронковидный“ типъ и переходныя къ нему формы, а — два и соотвѣтственно этому — два ряда переходныхъ формъ.

Нѣкоторыя различія въ деталяхъ строенія наводили на мысль о разновидности воронковидныхъ устьицъ. Уже а priori можно было думать, что, напримѣръ, положеніе полости замыкающихъ клѣтокъ относительно внутреннихъ кутикулярныхъ выростовъ, на поперечномъ разрѣзѣ, будетъ неодинаково при метаморфозѣ первичнаго „нормальнаго“ типа по схемѣ А, В, С и по

1) *ibid.* ст. 114.

2) Н. Шотовскій: Строеніе устьицъ у *Sapindales* s. *Celastrales*. Прот. Общ. Ест. при И. Ю. У. 1914. XXIII, вып. II.

схемъ А, Д, Е. А оно неодинаково и на самомъ дѣлѣ. Въ то же время я обратилъ вниманіе на сходство контуровъ поперечнаго разрѣза расширенныхъ переднихъ двориковъ у *Evonymus japonicus* и *Plex Aquifolium* съ контурами воронковидныхъ устьицъ у *Vixus sempervirens* и *V. balearica*¹⁾.

Кромѣ того, составляя обзоръ устьицъ у *Celastrales*, я иногда становился въ тупикъ, не зная, какъ зарегистрировать ту или иную форму. Такъ устьица нѣкоторыхъ *Evonymus* имѣютъ сильно расширенный передній дворикъ, приближаясь къ типу D (см. схема

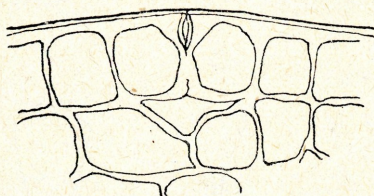


Рис. 2.

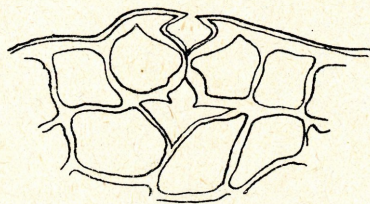


Рис. 3.

рис. 1), но совершенно лишены внутреннихъ кутикулярныхъ выростовъ. Сюда же нужно отнести виды *Rhus* съ болѣе или менѣе полной редукціей этихъ выростовъ. Проф. Б. Гриневецкій называетъ такія формы то переходными, то нормальными, придерживаясь схемы происхожденія А, Д и Е. Но если обратиться къ первой схемѣ, т. е. А, В и С, то увидимъ, что указанная форма болѣе всего близка къ типамъ подѣ буквами В и С.

Въ виду возникшихъ сомнѣній, я рѣшилъ прослѣдить исторію развитія воронковидныхъ устьицъ у какого нибудь представителя *Celastrales*. Подѣ руками у меня были *Vixus*'ы, притомъ ихъ воронковидныя устьица, особенно рѣзко выраженныя у *V. balearica*, казались мнѣ особенно, если можно такъ выразиться, подозрительными.

Выбравъ нѣсколько экземпляровъ обоихъ видовъ, я съ началомъ вегетаціи сталъ дѣлать срѣзы. На рис. 2—5 изображены послѣдовательныя стадіи развитія устьицъ *Vixus sempervirens*. Здѣсь мы видимъ, что образованіе устьица начинается съ передняго дворика (рис. 2), затѣмъ получается форма „нормальнаго“ типа (рис. 3).

Далѣе продолжаетъ развиваться лишь передній дворикъ и прикрывающіе его выступы, а стѣнки задняго расходятся, при

1) Н. Шотовскій: л. с. рис. 4, 10 и табл. Fig. 1.

чем редуцируются внутренніе кутикулярные выступы (рис. 4). Наконецъ, очертанія задняго дворика расплываются, а на мѣстѣ центральной щели образуется *новая* парная складка кутикулы. (рис. 5).

Метаморфозъ устьяца законченъ: передъ нами воронковидный типъ.

Всѣ эти стадіи проходятъ устьяца на очень молодыхъ, еще нѣжныхъ листочкахъ. Ткани листа въ это время слабо дифференцированы, даже дыхательная полость не успѣла сформироваться, какъ слѣдуетъ.

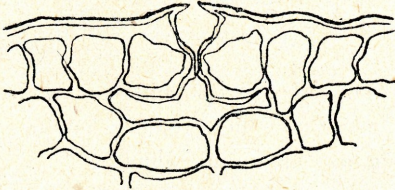


Рис. 4.

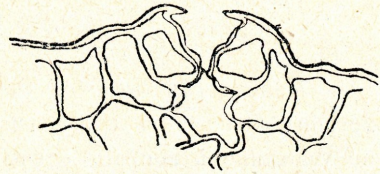


Рис. 5.

Въ дальнѣйшемъ *типъ* остается тотъ же, только соответственно ксерофитному характеру растенія происходитъ утолщеніе и кутинизація наружныхъ стѣнокъ (рис. 6); сосѣднія клѣтки опускаются подъ устьеце и выпускаютъ сосочки въ дыхательную полость. На очень старыхъ листьяхъ къ осени наблюдается иногда заростаніе внутренняго отверстія путемъ срастанія соответствующихъ кутикулярныхъ выступовъ.

У *Vixus balearica* ходъ развитія тотъ же, только устьяца крупнѣе и воронковидная форма ихъ рѣзче.

Иногда сосковидные отростки сосѣднихъ клѣтокъ очень близко прикладываются къ внутреннему отверстию устьяца *Vixus*, при этомъ стѣнка сосѣдней клѣтки можетъ, во время развитія устьяца, такъ продвинуться, что вся внутренняя стѣнка замыкающей клѣтки исчезаетъ вплоть до того мѣста, гдѣ были первичные кутикулярные выросты (рис. 3), а вторичные выросты (рис. 5 и 6) могутъ быть чрезвычайно малы даже у взрослога листа. Все это послужило, какъ мнѣ кажется, причиной того, что проф. R. Chodat и проф. Б. Гриневецкій зарисовали устьяца *Vixus sempervirens* совсѣмъ безъ внутреннихъ кутикулярныхъ выступовъ (вторичныхъ), такъ что у нихъ получился какой-то типъ, сходный съ фиг. С на вышеприведенной схемѣ¹⁾.

1) *ibid.* ст. 4 прим. 3.

Значить, воронковидныя устья на самомъ дѣлѣ бываютъ различнаго происхожденія. А если такъ, если они не всегда гомологичны, то для точной характеристики ихъ придется въ сомнительныхъ случаяхъ обращать вниманіе на исторію ихъ развитія.

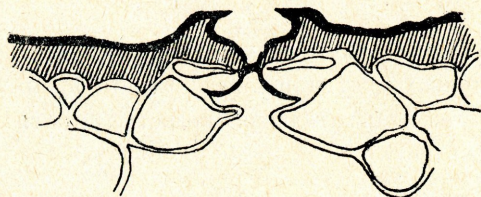


Рис. 6.

Наличность второго способа образованія воронковидныхъ устьицъ облегчаетъ классификацію, легализуя переходныя формы, но усложняетъ вопросъ о филетическомъ значеніи типа.

Резюмируя сказанное, устанавливаемъ слѣдующее:

- 1) Образованіе воронковидныхъ устьицъ происходитъ двоякимъ путемъ.
- 2) Преобразованіе устьица въ характерную форму заканчивается на раннихъ стадіяхъ жизни листа.
- 3) Въ растительныхъ группахъ, гдѣ найдены воронковидныя устьица, встрѣчаются и конечныя формы, очень похожія на переходныя стадіи.

Юрьевъ. Ботаническій Кабинетъ. 1914.

Къ вопросу о скорости свѣта въ движущихся средахъ.

Я. Сарвъ.

Вопросъ о скорости свѣта въ движущихся средахъ считается еще не рѣшеннымъ окончательно, не смотря на то, что Fresnel'емъ уже дано выраженіе для приращенія скорости свѣта въ движущейся средѣ и что это выраженіе подтверждено относительно движущейся воды непосредственными опытами Fizeau и Michelson и Morley и косвеннымъ опытомъ Airy.

Пусть приращеніе скорости свѣта u , скорость движенія среды v и показатель преломленія n , тогда по Fresnel'ю

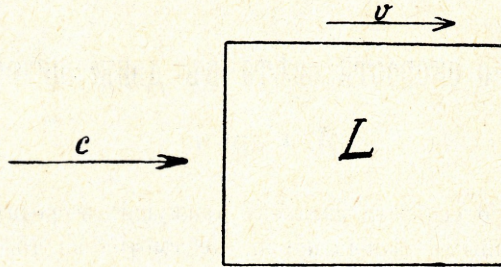
$$u = \frac{n^2 - 1}{n^2} v \dots \dots \dots (1).$$

Непризнаніе этой формулы Fresnel'я окончательно установленной основывается на томъ, что нѣтъ общепризнаннаго принципа, изъ котораго теоретически можно было бы вывести между прочимъ и эту формулу. Въ послѣднее десятилѣтіе такимъ принципомъ многіе ученые начали считать принципъ абсолютнаго значенія скорости свѣта, предложенный Einstein'омъ и неподходяще названный принципомъ относительности. Но непредубѣжденному изслѣдователю напрашивается самъ собою другой принципъ прямо противоположный принципу Einstein'а.

Этотъ другой принципъ можно назвать принципомъ относительнаго значенія скорости свѣта и выразить такъ: скорость свѣта имѣеть одно опредѣленное значеніе относительно источника свѣта, находится ли этотъ источникъ въ покоѣ или движется равномерно и прямолинейно, но относительно другихъ тѣлъ значеніе скорости свѣта мѣняется по скорости

этихъ тѣлъ такъ же, какъ значеніе всякой другой относительной скорости.

Изъ этого принципа слѣдуетъ для приращенія скорости свѣта въ движущейся средѣ выраженіе, отличное отъ выраженія Fresnel'я. Пусть относительно источника скорость свѣта въ пустотѣ c и скорость нѣкоторой среды L , куда этотъ свѣтъ входитъ, v . Тогда,



согласно принципу, относительно этой среды скорость свѣта въ пустотѣ $c-v$ и въ средѣ $\frac{c-v}{n_1}$, гдѣ n_1 показатель преломленія среды въ этихъ условіяхъ. Такимъ образомъ, относительно источника скорость свѣта въ средѣ равняется $\frac{c-v}{n_1} + v$ или $\frac{c + (n_1-1)v}{n_1}$. Въ случаѣ неподвижности этой среды скорость свѣта въ ней $\frac{c}{n}$, гдѣ n обыкновенный показатель преломленія среды. Отсюда

$$u = \frac{c + (n_1-1)v}{n_1} - \frac{c}{n} \dots \dots \dots (2).$$

Какова величина n_1 , можетъ рѣшить только опытъ. Но напрашивается предположеніе, что

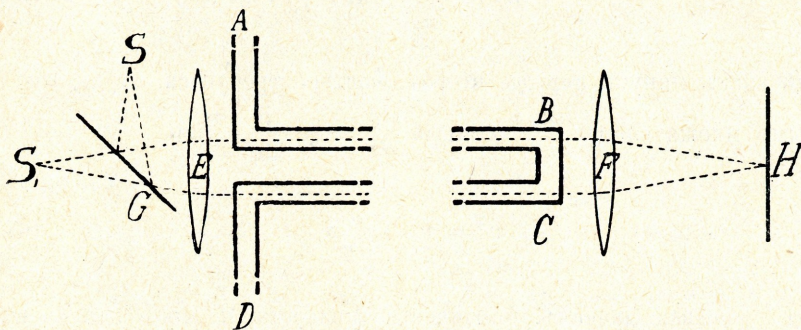
$$n_1 = n \dots \dots \dots (3),$$

такъ что

$$u = \frac{c + (n-1)v}{n} - \frac{c}{n} = \frac{n-1}{n}v \dots \dots \dots (4).$$

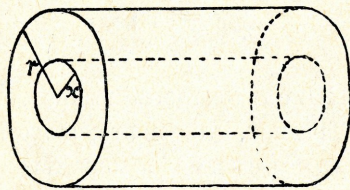
Эта формула подтверждается опытомъ Fizeau (Pogg. Ann. Ergb. 3 p. 457, 1853), расположеніе котораго здѣсь схематически

указано. Через систему цилиндрических трубок $ABCD$ с внутренним диаметром $2r = 5,3$ мм сильным давлением прогонялась вода со средней скоростью $V = 7,069 \frac{m}{s}$. Из одного и того же источника света S посредством стеклянной пластинки G ,



линз E и F и соответственных щелей один пучек лучей был направлен по оси трубки AB и послѣ отраженія въ зеркалѣ H по оси трубки CD , а другой по тому же пути въ противоположномъ направленіи. Когда направленіе теченія воды было пере-мѣнено на обратное, интерференціонныя полосы этихъ двухъ пучковъ въ S_1 перемѣстились на 0,23 своей ширины. Если бы осевая скорость воды въ трубкахъ дѣйствительно равнялась средней скорости $7,069 \frac{m}{s}$, вычисленной по сѣченію трубокъ и по количеству протекающей въ определенное время воды, то по формулѣ Fresnel'я перемѣщеніе полосъ должно было бы равняться 0,20 ихъ ширины.

Но осевая скорость воды въ трубкахъ съ такимъ діаметромъ, по всей вѣроятности, вдвое больше. Пусть градиентъ давления на



1 см по длинѣ трубки $p \frac{\text{динъ}}{\text{см}^2}$. Выдѣлимъ мысленно въ трубкѣ коаксіальный цилиндръ жидкости длиною въ 1 см и съ радіусомъ въ x см. Дѣйствующее давление на этотъ цилиндръ равно $\pi x^2 p$ динамъ. При стационарномъ движеніи это давление уравновѣши-

вается трениемъ по боковой поверхности выдѣленнаго цилиндра, такъ что, обозначая черезъ η коэффициентъ внутренняго трения жидкости и черезъ v скорость теченія, получимъ

$$\pi x^2 p = -2\pi x \eta \frac{dv}{dx} \dots \dots \dots (5),$$

гдѣ знакъ минусъ передъ второю частью требуется отрицательнымъ множителемъ $\frac{dv}{dx}$. Отсюда $\frac{dv}{dx} = -\frac{p}{2\eta} x$ или

$$v = v_0 - \frac{p}{4\eta} x^2 \dots \dots \dots (6),$$

гдѣ v_0 осевая скорость. Количество жидкости M , протекающее въ 1s черезъ поперечное сѣченіе трубки, очевидно равняется

$$M = \int_0^r v \cdot 2\pi x dx = 2\pi \int_0^r \left(v_0 - \frac{p}{4\eta} x^2 \right) x dx = \pi v_0 r^2 - \frac{\pi p}{8\eta} r^4 \dots (7).$$

Около стѣнокъ трубки скорость жидкости равна нулю. Поэтому изъ (6) $\frac{pr^2}{4\eta} = v_0$ и

$$M = \pi v_0 r^2 - \frac{\pi v_0 r^2}{2} = \pi r^2 \cdot \frac{v_0}{2} \dots \dots \dots (8).$$

Отсюда получимъ среднюю скорость $V = \frac{M}{\pi r^2} = \frac{v_0}{2}$ и потому

$$v_0 = 2V \dots \dots \dots (9).$$

Если въ опытѣ Fizeau, согласно вычисленію, осевая скорость была вдвое больше средней, то, повторяя вычисления Fizeau, получимъ по формулѣ Fresnel'я перемѣщеніе полосъ на 0,40 ихъ ширины вмѣсто наблюденныхъ 0,23, а по формулѣ (4) ровно 0,23. Такимъ образомъ результатъ опыта Fizeau противорѣчить формулѣ Fresnel'я и вполне согласуется съ формулою (4).

Fizeau допускаетъ безъ всякаго вычисленія, что въ его трубкахъ осевая скорость могла превышать среднюю на 15 0/0.

Этимъ допущеніемъ онъ объясняетъ полученіе числа 0,23 вмѣсто предполагаемаго 0,20. Michelson и Morley, повторяя опытъ Fizeau (Amer. J. of Sc. 31 p. 377, 1886), хотѣли между прочими предполагаемыми недостатками работы Fizeau устранить въ своей работѣ и этотъ недостатокъ. Вмѣсто полусантиметровыхъ трубокъ Fizeau были взяты трубки съ діаметромъ въ нѣсколько см. Въ этихъ трубкахъ особымъ, придуманнымъ для этой цѣли, способомъ измѣрялась скорость жидкости какъ въ осевыхъ точкахъ, такъ и на разныхъ разстояніяхъ отъ оси. Этимъ непосредственнымъ измѣреніемъ Michelson и Morley какъ будто нашли, что въ ихъ трубкахъ осевая скорость на 16,5 % больше средней. Окончательный результатъ опыта американскихъ изслѣдователей вполне согласенъ съ формулою Fresnel'я, но отдѣльные моменты опыта возбуждаютъ сомнѣніе, такъ что дальнѣйшіе опыты въ этомъ направленіи необходимы и непримѣнимость формулы (4) пока не доказана.

Если въ будущемъ даже окажется, что формула (4) не согласна съ несомнѣнными данными опытовъ, то это еще не будетъ доказательствомъ непримѣнимости принципа относительнаго значенія скорости свѣта. Ибо формула (4) не слѣдуетъ непосредственно изъ этого принципа, а получается только по допущеніи равенства (3).

Принципъ относительнаго значенія скорости свѣта обосновываетъ явленіе абераціи и невозможность опредѣленія по свѣтовымъ явленіямъ абсолютной скорости поступательнаго движенія земли, такъ что классическій интерференціонный опытъ Michelson'а также служитъ иллюстраціей примѣнимости этого принципа. Изъ этого принципа и изъ допущенія (3) слѣдуетъ также, что при переходѣ свѣта изъ одной среды въ другую направленіе свѣта въ новой средѣ зависитъ только отъ относительнаго направленія свѣта при входѣ въ эту среду и отъ относительнаго показателя преломленія. Это опять прекрасно иллюстрируется опытами Airy.

Инфильтраціонный методъ изслѣдованія устычныхъ движеній.

Н. Шотовскій.

Съ 11 рис. на отдѣльной таблицѣ.

Роль устьицъ въ процессахъ газообмѣна у растений естественно должна была вызвать усиленное вниманіе изслѣдователей къ этому органу. И, дѣйствительно, мы имѣемъ цѣлый рядъ работъ, выясняющихъ анатомическое строеніе устьицъ, ихъ механику и физиологическое значеніе¹⁾. Но еще далеко не все ясно и безспорно. Анатомическія изслѣдованія послѣдняго времени указали на существованіе различныхъ „филетическихъ“ типовъ строенія устьицъ²⁾, типовъ, которые являются характерными признаками болѣе или менѣе значительныхъ группъ растений, показателями ихъ филогенетическаго родства. Но, вѣдь, признакъ теперь статическій, конструкціонный, возникъ въ свое время, вѣроятно, какъ слѣдствіе приспособленія, т. е. игралъ роль въ динамикѣ данной растительной группы. Спрашивается, существуетъ ли *сейчасъ* функціональная разница между этими типами строенія, и если — да, то какая?

Затѣмъ, установлены весьма многія видоизмѣненія конструкціи устьицъ въ несомнѣнной зависимости отъ экологическихъ условій, каковы напр.: образованіе наружныхъ дыхательныхъ полостей, расположеніе устьицъ на днѣ особыхъ ямокъ, вторичное закрытіе щели отрогами сосѣднихъ клѣтокъ, усиленная кутику-

1) Перечень литературы объ устьицахъ см.: O. Porsch: Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena. 1905. — G. Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie. 1909. s. 439. — Б. Гриневецкій: Анатомическія изслѣдованія надъ устьицами. Труды Общ. Ест. при И. Ю. У. XXI. ст. 3 и 117, прим.

2) Dr. O. Porsch и Б. Гриневецкій въ вышеназванныхъ работахъ.

ляризація кліточних стѣнокъ и др. Эти видоизмѣненія, въ противоположность „типамъ“, слѣдуетъ назвать вторичными. Въ какой же степени эти особенности конструкціи вліяють на функціи аппарата? Прямого отвѣта обычно мы не находимъ, а только чисто телеологическія соображенія о смыслѣ и значеніи подобныхъ видоизмѣненій, на основаніи общаго характера строенія, мѣста и условій произрастанія растенія и т. д. Между тѣмъ вопросъ о значеніи анатомическихъ особенностей есть прежде всего вопросъ о *подвижности* устьиць.

Другой вопросъ — вліяніе внѣшнихъ факторовъ (свѣтъ, температура, влажность) и внутреннихъ физиологическихъ процессовъ на *движеніе* устьиць, т. е. на ихъ раскрываніе и закрываніе. Такъ какъ устьица различно-подвижныя будутъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, реагировать по-разному, то связь этихъ двухъ вопросовъ несомнѣнна. Но если по первому изъ нихъ положительныхъ данныхъ очень мало, то данныя по второму отличаются къ тому же и противорѣчивостью¹⁾. А такъ какъ процессъ поглощенія углекислоты — почти исключительно, дыханіе и испареніе — главнымъ образомъ происходятъ при посредствѣ устьиць, то понятно, что незнаніе того, какъ содержатся устьица при условіяхъ опыта, ведетъ изслѣдователя, работающаго надъ газообмѣномъ, къ ошибкамъ при обобщеніяхъ или просто ставитъ его въ тупикъ. Возьмемъ для примѣра вліяніе различныхъ факторовъ на испареніе у растеній. Принято считать, что все, что повышаетъ испареніе свободной поверхности воды, то же повышаетъ и испареніе листовнаго покрова. Но вотъ Masuge замѣтилъ повышеніе транспираціи при 91% влажности; Plenk нашель, что испареніе сильнѣе въ болѣе холодномъ воздухѣ; Wiesner отмѣтилъ паденіе транспираціи при усиленіи движенія воздуха²⁾. Стоило только, однако, изслѣдователю обратитъ вниманіе на устьица, и — онъ нашель въ ихъ состояніи ключъ къ рѣшенію вопроса, почему иногда во влажной средѣ испареніе выше, чѣмъ въ сухой, а также — почему ксерофитъ можетъ испарять сильнѣе гидрофита, поставленнаго въ одинаковыя съ нимъ условія, почему различные у нихъ кривыя испаренія за день³⁾.

1) Сводка данныхъ у Haberlandt'a; G. Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig. 1909. IX. Absch.

2) См.: В. С. Ильинъ: Задачи сравнительнаго изученія испаренія растеній. Извѣстія Импер. Акад. Наукъ. 1913. № 15.

3) В. С. Ильинъ: *ibid.*

Такимъ образомъ, только тогда, когда извѣстно анатомическое строеніе устьицъ и степень ихъ подвижности; когда извѣстно состояніе ихъ во время опыта, — тогда только изученіе явленій газообмѣна можетъ дать соизмѣримые результаты. Иначе — получится рядъ разрозненныхъ, даже трудно примиримыхъ фактовъ, какими пестрить до сихъ поръ Физиологія Растеній. Но гдѣ же причина нашей недостаточной освѣдомленности объ устьичныхъ движеніяхъ? — Во-первыхъ, систематическое изученіе структуры устьицъ началось сравнительно недавно, а во-вторыхъ, причина лежитъ въ методахъ изслѣдованія.

I. Методы изслѣдованія устьичныхъ движеній.

Въ настоящее время для изслѣдованія состоянія (а, слѣдовательно, и движенія) устьицъ имѣется свыше 10 способовъ, предложенныхъ разными лицами¹⁾. По основнымъ принципамъ ихъ слѣдуетъ, полагаю, разбить на 6 группъ, а послѣднія можно объединить въ двѣ: методы прямого и методы косвеннаго наблюденія.

A. Методы прямого наблюденія.

Сюда принадлежитъ одна группа:

Гр. I-я. Методы микроскопическіе.

1) Микроскопическій — съ живымъ матерьяломъ, введенный еще Моллемъ (H. v. Moll) и широко использованный Швенденеромъ (S. Schwendener), Шеферомъ (R. Schaefer), Габерландтомъ (G. Haberlandt) и др.

2) Микроскопическій — съ матерьяломъ, быстро зафиксированнымъ, собственно — видовзмѣненіе перваго. Предложенъ Ллойдомъ (F. E. Lloyd).

B. Методы косвеннаго наблюденія.

Сюда относятся остальные 5 методическихъ группъ:

Гр. II-я. Опредѣленіе состоянія устьицъ по силѣ транспираціи.

1) Кобальтовая проба Шталя (E. Stahl). Основано примѣненіе ея на свойствѣ безводныхъ кобальтовыхъ солей мѣнять

1) H. Molisch: Das Offen- und Geschlossenheit der Spaltöffnungen, veranschaulicht durch eine neue Methode. Zeitschrift für Botanik. IV. 1912. s. 106—122. — V. Grafe: Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen. Berlin. 1914. s. 418—449.

окраску подь вліяніемъ влажности. Фильтровальная бумажка, смоченная 5% растворомъ CoCl_2 и хорошо просушенная, синеватаго цвѣта, а при соприкосновеніи съ влажной средой розоваго.

2) Способъ Мерже (A. Merges). Тоже — реактивный, только примѣняется бумажка, пропитанная FeCl_2 и PdCl_2 . Желтоватобѣлая окраска подь вліяніемъ влажности получаеть болѣе темный тонъ.

3) Свинцовая проба. PbS растворяется въ избыткѣ KJ ; получается двойная соль, осаждаемая эфиромъ и растворимая въ ацетонѣ. Подь вліяніемъ влажности выпадаеть PbJ_2 , отчего фильтровальная бумажка окрашивается въ желтый цвѣтъ.

4) Гигроскопическіе методы Фрэнка Дарвина (F. Darwin). Послѣдній употребляетъ или изготовляемые имъ чувствительные роговые гигроскопы, или высушенные полоски эпидермы *Yucca aloifolia*, которыя въ сухомъ воздухѣ скручены, а во влажномъ распрямляются.

Гр. III-я. Порометрический методъ Ф. Дарвина.

Маленькій стеклянный приборъ, порометръ, T-образной формы, концомъ длиннаго колѣна опускается въ сосудъ въ водой. Одинъ конецъ горизонтально и части посредствомъ каучуковой трубки соединенъ съ маленькимъ стекляннымъ колоколомъ, другой, снабженный тоже трубкой, но съ зажимомъ, служитъ для отсасыванія воздуха. Когда стеклянный колоколь укрѣпленъ воскомъ на поверхности листа и воздухъ отсосанъ, — въ разрѣженное пространство прометра устремляются газы изъ устьичныхъ поръ. Отсчитывая время, за которое жидкость въ длинномъ колѣнѣ понижается до известной черты, судятъ по скорости процесса о состояніи устьицъ.

Гр. IV-я. Изслѣдованіе по отпечатку.

Способъ Бускаліони и Полаччи (Buscalioni e Polacci). Поверхность листа покрывается коллодіумомъ, получившуюся пленку разматриваютъ въ микроскопъ.

Гр. V-я. Методъ пузырьковъ A. Dengler'a.

Срѣзанная игла хвойнаго вставляется въ нагнетательный воздушный насосикъ и опускается въ воду. По количеству и величинѣ пузырьковъ судятъ о состояніи устьицъ.

Гр. VI-я. Опредѣленіе состоянія устьиць по всасыванію жидкихъ индикаторовъ.

1) Инфильтраціонный методъ Молиша (H. Molisch). Индикаторами служатъ: абсолютный алкоголь, бензолъ, толуолъ и ксилолъ.

2) Видоизмѣненіе его, указанное госпожей Штейнъ (Emma Stein). Разнится отъ предыдущаго въ числѣ и послѣдовательности индикаторовъ, каковыми являются: бензолъ, толуолъ, ксилолъ, этиловый эфиръ; хлороформъ, абсол. алкоголь, лавандовое масло; вазелиновое масло, керосинъ, петролейный эфиръ.

Микроскопическій методъ имѣеть то неоспоримое преимущество, что объектъ изслѣдованія лежитъ прямо передъ глазами и, что еще важнѣе, доступенъ, непосредственному измѣренію. Но помѣстить предъ объективомъ цѣлый листъ можно только въ исключительныхъ случаяхъ, а когда вмѣсто того приходится брать эпидерму, то безупречность метода уже сильно страдаетъ. Опасность грозитъ какъ со стороны механическихъ поврежденій, нарушающихъ взаимное натяженіе тканей, такъ и со стороны испаренія, потому что помѣщать такой препаратъ въ жидкую среду невысказанно. Если захватить вмѣстѣ съ эпидермой нижележащіе слои паренхимы и осторожно прикрыть препаратъ стеклышкомъ, указанная опасность уменьшается, зато препаратъ теряетъ въ ясности. Микроскопическій методъ въ этомъ видѣ оказалъ большую услугу наукѣ при изученіи механики устьичнаго аппарата, тутъ онъ незамѣнимъ и въ настоящее время. Фиксированіе матерьяла, примѣняемое Ллойдомъ, даетъ возможность болѣе свободнаго изслѣдованія, но зато возможны измѣненія въ состояніи устьиць, вызванныя самой фиксаціей.

Способъ Мержэ теперь вышелъ изъ употребленія, такъ какъ „кобальтовая“ и „свинцовая проба“ даютъ результаты болѣе наглядные. Онѣ являются несомнѣнно очень чувствительнымъ средствомъ, но чувствительность сильно стѣсняетъ границы ихъ примѣненія: необходима тщательная изоляція пропитанной солью бумажки отъ окружающей среды, для чего приходится зажимать листъ между стеклянными или слюдяными пластинками, а это затрудняетъ опытъ. Подъ вліяніемъ водяныхъ паровъ окраска „кобальтовой“ или „свинцовой“ бумажки, — особенно послѣдней, — мѣняется въ теченіе нѣсколькихъ секундъ. Значить, во влаж-

номъ воздухѣ работать съ ними почти невозможно. То же нужно сказать о гигроскопахъ Дарвина. Притомъ есть основанія сомнѣваться, что ходъ транспираціи и движеніе устьицъ совпадаютъ. Это относится къ всѣмъ методамъ базирующимся на транспираціи.

Что касается порометрическаго метода, то его положительная сторона — возможность точнаго отчета давленія газовъ въ порометрѣ, а слѣдовательно, цифрового сравненія между состояніями устьицъ. Однако техническая сторона метода создаетъ большія затрудненія: налѣплять герметически на листовую поверхность довольно сложный аппаратикъ — задача очень кропотливая.

Подведя итогъ обзору всѣхъ этихъ методовъ изслѣдованія, приходится установить, что всѣ они годятся только въ лабораторной обстановкѣ, притомъ для выясненія какого-нибудь частнаго вопроса, связаннаго съ движеніями устьичнаго аппарата. Но когда заходить рѣчь объ изслѣдованіяхъ въ естественныхъ условіяхъ произрастанія и въ широкомъ масштабѣ, то ни одинъ изъ нихъ не можетъ быть признанъ удовлетворительнымъ, одни по громозкости, другіе потому, что условія ихъ пригодности и природныя условія наблюденія рѣдко совпадаютъ. Предложенный недавно инфльтраціонный методъ представляетъ попытку обойти указанные недостатки, что въ значительной степени удается, хотя и онъ имѣетъ свои недостатки. На разсмотрѣніи этого метода остановимся подробнѣе.

II. Методъ инфльтраціи.

1. Принципъ метода и его сущность.

Новый методъ предложенъ впервые Г. Молишемъ¹⁾ въ 1912 г., имъ же опубликованы одновременно и нѣкоторые результаты его наблюденій. Въ основу метода положены явленія капиллярности. Устьичныя отверстія съ дыхательными каналами и полостями могутъ быть разсматриваемы какъ волосные сосуды, отверстія которыхъ лежатъ въ одной плоскости. Если на листовую поверхность опустить каплю какой-либо смачивающей жидкости, то въ силу законовъ капиллярности она должна всосаться сначала въ устьичные проходы, а потомъ разойтись по воздухоноснымъ

1) H. Molisch: Das Offen-und Geschlossensein der Spaltöffnungen, veranschaulicht durch eine neue Methode. Zeitschrift für Botanik. IV. 1912. s. 106—122.

ходамъ. Выполненная жидкостью часть листовой паренхимы будетъ казаться болѣе темной при отраженномъ свѣтѣ и просвѣчивать въ проходящемъ. Молишъ употреблялъ въ своихъ опытахъ абсолютный алкоголь, бензолъ и толуолъ или ксилолъ. При этомъ оказалось, что при такомъ состояніи устьицъ, когда алкоголь не всасывается, бензолъ проникаетъ, а толуолъ и ксилолъ показали себя еще болѣе тонкими индикаторами. Въ очень рѣдкихъ случаяхъ алкоголь оказался чувствительнѣе бензола и ксилола. (Къ сожалѣнію, Молишъ не указалъ, что это за случаи. Я такихъ случаевъ не наблюдалъ). Такимъ образомъ, примѣняя шкалу индикаторовъ въ порядкѣ ихъ чувствительности, можно по степени прониканія судить о состояніи устьица. Вмѣсто ксилола, Могишемъ примѣнялось также терпентинное масло (скипидаръ), а какъ наиболѣе тонкіе индикаторы — эфиръ и хлороформъ. Примѣненіе послѣднихъ оказалось однако неудобнымъ вслѣдствіе ихъ летучести. Кромѣ шкалы Молиша, были предложены и другіе ряды индикаторовъ¹⁾; они указаны на стр. 224.

2. Критическая оцѣнка метода.

Разсматривая критически новый методъ, прежде всего необходимо остановиться на физико-химической сторонѣ его. Какъ извѣстно, для капилляровъ высота поднятія жидкости (по вертикали) выражается такою формулою:

$$H = \frac{2\alpha}{\sigma} \cdot \frac{1}{r} \cdot \cos \omega,$$

гдѣ α — поверхностное натяженіе, r — радіусъ капилляра, σ — удѣльный вѣсъ жидкости и ω — краевой уголъ. При этомъ принято считать, что величина H для смачивающихъ жидкостей не зависитъ отъ вещества капилляра. Уравнивая при помощи температурнаго коэффициента капиллярныя константы, указанные въ доступной мнѣ литературѣ²⁾, и выводя среднее арифметическое, я получилъ такія значенія H , при t -рѣ 20° С. и $r = 1$ мм.: абсолютный алкоголь — 5,889; бензолъ — 6,685; толуолъ 6,635; ксилолъ — 6,633; керосинъ — 6,378 мм. Слѣдовательно, при

1) E m m y S t e i n: Bemerkungen zu der Arbeit von Molisch. . . .
Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. 1912. 30. H. 2.

2) L a n d o l t - B ö r n s t e i n: Physikalisch-chemische Tabellen. 3 Auf.
W i n k e l m a n n: Handbuch der Physik. Breslau. 1891. Bd. I.

чрезвычайно малыхъ радіусахъ (въ μ .), каковы радіусы устьичныхъ проходо́въ и межклетниковъ, конечная высота поднятія должна быть очень значительна. Для насъ она интересна въ томъ отношеніи, что даетъ ясное представленіе о величинѣ капиллярной силы, по формулѣ :

$$2\pi r a = \pi r^2 H \sigma,$$

или при расчетѣ на единицу поверхности :

$$\frac{2a}{r} = H \sigma \frac{mg}{mm^2}.$$

Когда капиллярная сила работаетъ противъ силы тяжести, поднимая равномерно-возрастающій объемъ жидкости, то неуравновѣшенная движущая сила убываетъ и движеніе жидкости въ капиллярѣ равномерно-замедленное. Такъ какъ работа силы не зависитъ отъ формы пути, то капилляръ можетъ какъ угодно изгибаться, принимать различный наклонъ, — высота поднятія останется та же, лишь бы не мѣнялся радіусъ сосуда. Конечно, въ изогнутыхъ трубкахъ движеніе не будетъ уже равномерно замедленнымъ. Въ наклонныхъ оно останется такимъ, но длина пути будетъ возрастать по мѣрѣ уклоненія оси отъ вертикали. Когда направленіе капиллярной силы перпендикулярно къ силѣ тяжести, работа послѣдней = 0, и движеніе происходитъ подъ вліяніемъ капиллярной силы, направленіе которой совпадаетъ съ осью трубки, плюсъ гидростатическое давленіе. Когда ось волоснаго сосуда параллельна направленію силы тяжести, то движеніе жидкости будетъ происходить подъ вліяніемъ капиллярной силы, гидростатическаго давленія и силы тяжести. Для капилляровъ, радіусъ которыхъ исчисляется въ мм., величина капиллярной силы настолько мала, что гидростатическое давленіе и сила тяжести — главные факторы. Совсѣмъ иное дѣло при радіусахъ въ μ . Здѣсь мы можемъ игнорировать и гидростатическое давленіе, гдѣ оно можетъ быть, и силу тяжести на начальныхъ стадіяхъ движенія. Возьмемъ напр. алкоголь при $r = 1 \mu$. Капиллярная сила $\frac{2a}{r}$ будетъ равняться почти $4700 \frac{mg}{mm^2}$, тогда какъ даже при длинѣ пути въ 100 мм. вѣсъ жидкости въ капиллярѣ будетъ всего около 0,00025 mg, а для того, чтобы гидростатическое давленіе сравнялось съ капиллярной силой, входное отверстіе волоснаго сосуда должно лежать на 5880 мм. ниже уровня резервуара, изъ кото-

раго онъ выходитъ. Итакъ, можно принять то положеніе, что въ очень узкихъ капиллярахъ движеніе жидкости обуславливается, — въ извѣстныхъ границахъ, — только молекулярными силами, т. е. величиной капиллярной силы и внутренняго тренія. Здѣсь умѣстно отмѣтить, что капиллярная сила вызываетъ непосредственно перемѣщеніе жидкости только въ томъ случаѣ, когда стѣнки волоснаго сосуда предварительно смочены этою жидкостью; иначе процессъ будетъ очень медленнымъ, такъ какъ должно происходить само-смачиваніе. Какъ полагаютъ, оно совершается путемъ конденсаціи паровъ, насыщающихъ нѣкоторый объемъ надъ менискомъ. Такъ какъ смачиваемая поверхность измѣняется пропорціонально r , а объемъ пропорціонально r^2 , то условія само-смачиванія въ узкихъ капиллярахъ очень благопріятны. Каково же должно быть поступательное движеніе одной и той же жидкости при разныхъ діаметрахъ и различныхъ жидкостей при одинаковыхъ? Средняя скорость водной нити въ капиллярѣ выражается такою формулой¹⁾:

$$[\omega] = \frac{pr^2}{8\eta l}$$

гдѣ p — давленіе, η — коэффициентъ внутренняго тренія, r — радіусъ и l — длина трубки.²⁾ Величина p въ разбираемомъ случаѣ — капиллярная сила, которая, какъ мы знаемъ, обратно пропорціональна радіусу. Значитъ, для какой нибудь одной жидкости скорость прямо пропорціональна діаметру сосуда, для разныхъ — находится въ зависимости отъ отношенія $\frac{a}{\eta}$. Вмѣсто средней скорости на протяженіи l отъ начальной точки движенія, мы можемъ взять скорости въ данной точкѣ, т. е. предѣлы, — тогда величину l можно совсѣмъ не принимать во вниманіе. Но что будетъ, если мѣняется діаметръ того же самаго капилляра? Тогда мы не найдемъ уже такой простой зависимости. При переходѣ жидкости изъ узкихъ въ болѣе широкія части капилляра не только будетъ мѣняться величина капиллярной силы $\frac{2a}{r}$ и скорость передвиженія частицъ по оси сосуда, но будетъ происходить также сложное перемѣщеніе этихъ частицъ для

1) Winkelmann: l. c. Strömung in Röhren.

2) Конечно, эта формула примѣнима здѣсь лишь условно, на основаніи выше сдѣланныхъ допущеній. Авт.

занятія объема съ иною площадью основанія. Поступательное движеніе жидкости будетъ замедляться и тѣмъ больше, чѣмъ больше разница діаметровъ.

Обратимся къ интересующимъ насъ жидкостямъ-индикаторамъ. По наиболѣе однороднымъ даннымъ (Менделѣевъ) капиллярныя постоянныя алкоголя, бензола, толуола и ксилола относятся между собою, какъ 236 : 288 : 285 : 275. Такихъ однородныхъ данныхъ для величины η мнѣ не удалось найти, но если взять среднія ариѳметическія при одинаковой температурѣ, то получимъ такой рядъ — 112 : 65 : 58; ксилолъ я не ввожу въ этотъ рядъ, такъ какъ для него не нашелъ надежныхъ данныхъ. Сравнивая вышеприведенныя отношенія, легко можно вывести, что бензолъ долженъ проникать въ капилляръ вдвое скорѣе алкоголя, а толуолъ скорѣе бензола. Можно предполагать, что η петролейнаго эфира значительно меньше η толуола, притомъ, какъ мы знаемъ, чѣмъ легче испаряется жидкость, тѣмъ благоприятнѣе условія для смачиванія, а слѣдовательно — повышается и скорость прониканія.

Посмотримъ теперь, какъ мѣняется величина и взаимоотношеніе діаметровъ различныхъ частей устьичнаго прохода въ зависимости отъ движенія устьицъ.¹⁾

Amaryllis formosissima.

- А. Умѣр. раскр. у-ца: — мк.
 Ширина передняго дворика: 16, 17, 13.
 „ центральной щели: 8, 3, 5.
 В. Широко раскр. у-ца: —
 Ширина передняго дворика: 36, 20, 26.
 „ центральной щели: 26, 13, 20.

Tradescantia discolor.

- А. Ширина передняго дворика: 16, 18.
 „ центральной щели: 11, 10.
 „ задняго дворика: 14¹/₂.
 В. „ передняго дворика: 22, 24.
 „ центральной щели: 19, 17.
 „ задняго дворика: ?

1) S. Schwendener: Ueber Bau und Mechanik der Spaltöffnungen. Monatsber d. Berl. Akad. d. Wiss. Juli. 1881.

Helleborus nigra.

- А. Ширина передняго дворика : 13.
 „ центральной щели : 3.
 „ задняго дворика : 13.
- В. При дальнѣйшемъ раскрытіи ширина передняго дворика остается та же, — она и вообще здѣсь не мѣняется, — а діаметры центральной щели и задняго дворика увеличиваются.

Такимъ образомъ, при раскрываніи сглаживается разница діаметровъ, что способствуетъ болѣе скорому прониканію индикатора.

Конечно, по мѣрѣ раскрыванія устьяца уменьшается и разница въ ширинѣ между нимъ и дыхательной полостью.

Но если со стороны капиллярныхъ явленій методъ инфильтраціи благонадеженъ, то не будетъ ли происходить при всасываніи жидкостей-индикаторовъ побочныхъ явленій, которыя по своей физико-химической природѣ или физиологическому воздѣйствію окажутъ вліяніе на состояніе устьяца? Мы, вѣдь, имѣемъ дѣло съ такими капиллярами, стѣнки которыхъ состоятъ изъ живыхъ клѣтокъ.

Разумѣется, при инфильтраціи будутъ происходить различные процессы : раствореніе, образованіе смѣсей, осмосъ чрезъ клѣточные стѣнки, физическое и физиологическое прониканіе чрезъ кожный слой протоплазмы, но все это, самое большее — можетъ только оказать нѣкоторое вліяніе на скорость прониканія индикатора въ устьяце, что внесетъ заранѣе учитываемую поправку. Извѣстно, что растворенныя и взвѣшенныя вещества понижаютъ поверхностное натяженіе¹⁾. Большая же часть примѣняемыхъ теперь индикаторовъ растворяетъ растительные воски, часто покрывающіе поверхность листа, или образуетъ съ ними эмульсіи. Какъ отразится на прониканіи восковой покровъ значительной мощности, сказать не берусь, но налеты, замѣтные уже прямо на глазъ (*Bergenia cordifolia* Нав.; *B. crassifolia* L.), по моимъ наблюденіямъ не оказываютъ вліянія. Что касается явленій диффузіи и осмоса, то нужно принять во вниманіе то обстоятельство, что стѣнки замыкающихъ клѣтокъ всегда болѣе или менѣе значительно утолщены и къ тому же вся ихъ свободная поверхность отдѣта

1) Winkelmann: l. c. Bd. I. Kapillarität. — Fr. Goppelsröder: Capillaranalyse. Basel. 1901.

кутикулою, такъ что указанные процессы должны происходить медленно. Выстилающія дыхательную полость клѣтки паренхимы, съ целлюлезными стѣнками, скорѣе подвергнутся дѣйствию индикаторовъ, которые въ большинствѣ принадлежать къ веществамъ, быстро диффундирующимъ чрезъ кожистый слой протоплазмы (согласно величинѣ коэффиціента распредѣленія эфиръ : вода¹⁾, — но устьица и въ анатомическомъ²⁾ и въ физиологическомъ отношеніи представляютъ органы въ достаточной степени автономные³⁾. Изъ данныхъ экспериментальныхъ укажу на опыты съ частичнымъ затѣненіемъ листьевъ *Tropaeolum majus*, *Syringa vulgaris* (Молишъ), *Lonicera Caprifolium* и *Evonymus europaeus* (авторъ). Часть листа изолирована была въ теченіе сутокъ отъ вліянія свѣта, другая подвергалась свѣтовому воздѣйствію. Затѣмъ вся нижняя поверхность листа смачивалась алкоголемъ. Спустя нѣкоторое время, — нѣсколько минутъ, — не затѣненные части листа, давшія инфильтраціонныя пятна, начинаютъ бурѣть, а затѣненные остаются зелеными. Въ такомъ видѣ можетъ быть приготовленъ сухой препаратъ листа. Алкоголь самъ-по-себѣ не только не произвелъ какихъ-либо измѣненій въ состояніи устьицъ, но даже совсѣмъ не проникъ чрезъ кожицу тамъ, гдѣ устьица были закрыты.

Переходя къ положительнымъ сторонамъ инфильтраціоннаго метода, слѣдуетъ прежде всего указать, что онъ предоставляетъ возможность изслѣдованія en masse, чего нельзя сказать о другихъ существующихъ методахъ. Важность этого ясна сама собой: натуралистъ обычно въ своихъ изслѣдованіяхъ окруженъ трудно учитываемыми х-ами, поэтому массовыя данныя позволяютъ дѣлать болѣе точные подсчеты и болѣе надежныя обобщенія, чѣмъ тѣ, какія могутъ быть сдѣланы и дѣлаются на основаніи отрывочныхъ, единичныхъ данныхъ. Возьмемъ хотя бы тотъ фактъ, что не только въ различныхъ частяхъ кроны, но и на разныхъ мѣстахъ одной и той же листовой пластинки состояніе устьицъ

1) Höber: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. Leipzig. 1906. Die Permeabilität der Plasmahaut.

2) Наружные и внутренне кожные суставы (Hautgelenke — Schwendener, Haberlandt).

3) Осмотическое давленіе для устьицъ 90—100 атм., въ прочихъ клѣткахъ листа около 20 атм. См.: Ильинъ, В. С.: Извѣстія Императорской Акад. Наукъ. 1913. № 13.

далеко не одинаково (стр. 241 ; также рис. 6 и 11). Какъ легко ошибиться въ выводахъ, разсматривая, напр., обрывокъ эпидермы подъ микроскопомъ.

Другая положительная черта — легкость наблюденія. Результатъ виденъ невооруженнымъ глазомъ черезъ нѣсколько секундъ, даже долей секунды.

Затѣмъ, цѣнно удобство примѣненія метода. Пользуясь только пипеткой и наборомъ склянокъ съ индикаторами, въ любое время сутокъ, независимо отъ атмосферныхъ условій, мы можемъ производить свои наблюденія прямо на мѣстѣ произрастанія объекта. Стоитъ припомнить техническую сторону прочихъ методовъ, чтобы рельефно выдвинулось это неоспоримое преимущество.

Наконецъ, инфильтраціонный методъ даетъ средства къ сравнительному изученію состоянія устьицъ не только съ качественной, но и съ количественной стороны : по скорости прониканія индикатора, по величинѣ, числу и расположенію инфильтраціонныхъ пятенъ можно судить, какъ широко раскрыты устьица, много ли ихъ раскрыто и по всей ли листовой пластинкѣ одинаково.

Слабая сторона метода — это отмираніе тканей. Употребляемая сейчасъ жидкости смертоносна для растительныхъ клѣтокъ, и чѣмъ тоньше, такъ сказать, индикаторъ, тѣмъ быстрѣе его разрушительное дѣйствіе и шире пораженная область, такъ что, разъ индикаторъ проникъ черезъ устьице, листъ уже навсегда долженъ быть выкинутъ изъ сферы наблюденія.

Другой недостатокъ — приближенность и нѣкоторая грубость результатовъ, потому что всѣ сравненія приходится дѣлать на глазъ, и такіе диагнозы, какъ : быстро-медленно, много-мало страдаютъ субъективностью. Для одного и того же индикатора, одного и того же растенія это еще ничего, но въ противномъ случаѣ — нужна какая-либо объективная мѣрка. Впрочемъ, при небольшомъ навыкѣ глазъ пріучается разбираться во всевозможныхъ градаціяхъ прониканія ; къ тому же ничто не мѣшаетъ установить опредѣленные объекты для сравненія и связать всѣ эти опредѣленія : много, мало, быстро, медленно и т. под. съ листьями какого-нибудь растенія, извѣстнаго возраста, при данной температурѣ, влажности и инсоляціи.

3. Практическія указанія.

Для того, чтобы быстро научиться ставить диагнозы прониканія и притомъ диагнозы однородные, я рекомендую выбрать какой-либо кустарникъ или низкорослое дерево, богатое листвою, лучше всего — такое растеніе, у котораго структура листа не слишкомъ ксерофильна. Тогда, если почва достаточно влажная, въ теплый солнечный день можно видѣть всѣ стадіи прониканія, испытывая индикаторами листья на солнцѣ, въ тѣни, полутѣни, по периферіи и въ глубинѣ кроны. Могу указать на сирень (*Syringa vulgaris* L.), садовый жасминъ (*Philadelphus coronarius* L.), (Рис. 4.) боярышники (*Crataegus* L.), но всего демонстративнѣе заросли *Polygonum sachalinense* F. Schmidt (Рис. 5.) или *P. acuminatum* Н. В.; въ смыслѣ изученія степеней инфильтраціи это — лучшей объектъ.

Пипетки слѣдуетъ употреблять для каждого индикатора особа, а самые индикаторы не выставлять на солнечный свѣтъ.

Смачивать листовую поверхность нужно осторожно, чтобы исключить всякую возможность инфильтраціи подъ давленіемъ. Всякій, кому приходилось заготавливать спиртовые препараты листьевъ, вѣроятно замѣчалъ, что сорванный къ вечеру свѣжій листъ первое время не претерпѣваетъ въ спирту никакихъ измѣненій, но стоитъ только въ сосудъ вставить пробку, какъ листовая поверхность покрывается расплывающимися пятнами. Это мы вдавили алкоголь въ слабо раскрытыя устьяца.

Разумѣется, для наблюденій нужно выбирать здоровые листья, такъ какъ поврежденія могутъ дать ложную инфильтраціонную картину; при этомъ на листѣ не должно быть ни пыли, ни влаги.

Строго слѣдуетъ различать быстрое прониканіе жидкости черезъ устьяца и быстрое распространеніе ея по межклетникамъ. Въ одномъ случаѣ мы всегда имѣемъ множество центровъ прониканія, въ другомъ широко разбѣгающіяся пятна могутъ получиться при одномъ или очень немногихъ центрахъ инфильтраціи. (Рис. 1 и 2.) Конечная картина можетъ быть совершенно одинакова, и только внимательное наблюденіе за начальными стадіями процесса предотвратить неправильный діагнозъ.

Нужно различать инфильтраціонныя пятна и пятна отмиранія. Первые — результатъ инъецированія жидкостью межклетныхъ ходовъ и полостей, вторыя — слѣдствіе тѣхъ побочныхъ физико-

химическихъ процессовъ, которые сопутствуютъ инфильтраціи. Пятна инфильтраціонныя появляются въ буквальномъ смыслѣ мгновенно; они имѣютъ маслянистый отблескъ и просвѣчиваютъ въ проходящемъ свѣтѣ. Пятна отмиранія непрозрачны, чаще всего буроватаго оттѣнка: они появляются на мѣстѣ инфильтраціонныхъ пятенъ спустя нѣсколько минутъ, при чемъ контуры тѣхъ и другихъ въ общемъ совпадаютъ. Но если эпидермальныя кѣлки не защищены снаружи достаточно мощной кутикулой и кутикулярными слоями, то алкоголь — иногда, а болѣе тонкіе индикаторы — всегда даютъ пятна отмиранія, когда инфильтраціи черезъ устьяца нѣтъ.

На плотныхъ кожистыхъ и темноокрашенныхъ листьяхъ инфильтраціонныя пятна очень слабо выдѣляются; необходимо пристальнѣе всматриваться въ испытующую поверхность, иначе ихъ можно совсѣмъ не замѣтить.

Смоченный индикаторомъ листъ лучше всего удалять съ растенія. Ржавыя пятна на листьяхъ портятъ внѣшній видъ растенія, что не безразлично для ботаническихъ садовъ, а тамъ, гдѣ инфильтрація не произошла, всё-таки возможны подъ вліяніемъ индикаторовъ такія измѣненія, которыя могутъ ввести въ заблужденіе при повторныхъ наблюденіяхъ надъ устьицами того же растенія.

Ночныя наблюденія можно производить только разсматривая листъ противъ свѣта; предварительно нужно удалить съ поверхности листа росу при помощи фильтровальной бумаги. Такъ какъ въ инфильтраціонномъ методѣ быстрота наблюденія имѣетъ огромное значеніе, то работать въ ночное время одному очень затруднительно.

III. Наблюденія и опыты.

Работы по изслѣдованію устьичныхъ движеній съ помощью инфильтраціоннаго метода производились мною въ Ботаническомъ саду Юрьевскаго Университета лѣтомъ 1913 года, съ начала іюня по 2-е сентября. Первоначально моимъ заданіемъ было: разсмотрѣть при помощи новаго метода, — если онъ окажется пригоднымъ, — какъ реагируютъ на тѣ или иныя внѣшнія условія устьяца „воронковидной“ структуры, незадолго передъ тѣмъ открытыя проф. Б. Гриновецкимъ. Начавъ съ провѣрки наблюденій Молиша (H. Molisch), автора метода, и получивъ тѣ же самые резуль-

таты, я пришелъ къ убѣжденію въ практической пригодности метода; но когда я перешелъ къ своимъ заданіямъ, то увидѣлъ, что изслѣдованіемъ однихъ воронковидныхъ устьицъ ограничиться нельзя, что для сравненія нужно взять болѣе широкія рамки, и — постепенно захватилъ въ кругъ своихъ наблюденій всѣ тѣ растенія Ботаническаго сада, строеніе устьицъ у которыхъ было мнѣ извѣстно. Въ то же время меня беспокоило видимое противорѣчіе между извѣстной зависимостью высотъ поднятія жидкости въ капиллярахъ отъ величины радіуса и капиллярной константы α и между наблюдаемыми явленіями инфильтраціи, гдѣ прониканіе индикаторовъ идетъ какъ будто вопреки этой зависимости, — противорѣчіе, надъ которымъ съ недоумѣніемъ остановился и авторъ метода. Такъ какъ практически я все болѣе и болѣе убѣждался въ состоятельности новаго метода, то одновременно съ наблюденіями занялся собираніемъ и сводкой данныхъ для разрѣшенія упомянутого недоумѣнія. Результаты изложены выше во II отдѣлѣ настоящей работы.

Прежде чѣмъ поставить тотъ или иной діагнозъ прониканія, я всегда производилъ развѣдочныя, черновыя наблюденія, чтобы ознакомиться съ индивидуальными, такъ сказать, особенностями инфильтраціи. Рядъ индикаторовъ, съ которыми я работалъ, въ восходящемъ порядкѣ чувствительности, таковъ: вазелиновое масло (*paraffinum liquidum*), абсолютный алкоголь, бензолъ, толуолъ, мета-ксилолъ, петролейный эфиръ. Рядъ этотъ не очень послѣдовательный: между алкоголемъ и его сосѣдями съ той и другой стороны разница въ способности прониканія значительная, а между бензолными углеводородами она даже не всегда уловима; но приходилось пользоваться тѣмъ, что было подъ руками, попытка же ввести въ рядъ метиловый спиртъ оказалась неудачной: онъ слишкомъ быстро даетъ съ водою эмульсію и притомъ довольно грубую. Когда наблюденія надъ устьицами какого-либо растенія производились многократно, я употреблялъ только алкоголь, потому что его дѣйствіе наименѣе разрушительно.

Для измѣренія температуры воздуха во время наблюденій служилъ термометръ-пращъ системы Срезневскаго, а влажность опредѣлялась по обыкновенному пружинному гигрометру, который не даетъ точныхъ результатовъ, но зато оказался болѣе удобнымъ, чѣмъ волосный, такъ какъ на него не вліяютъ ни переноска, ни вѣтеръ, кромѣ того можно безъ всякаго опасенія помѣщать его въ любомъ мѣстѣ кроны.

Измѣренія фотометрическія не производились, отмѣчались только часы дня и облачность; также отмѣчалось состояніе воздуха: тихо или вѣтрено.

Что касается рисунковъ (см. табл.), то они въ большинствѣ нѣсколько схематизированы и получены такимъ образомъ: выбиралось нѣсколько листьевъ одного возраста, одинаково расположенныхъ на растеніи; зарисовывались различныя стадіи и степени инфильтраціи; затѣмъ все это заносилось для сокращенія мѣста на одинъ контуръ.

Приведу теперь наиболѣе надежныя данныя изъ дневника наблюденій.

1. Устьяца днемъ.

Іюнь.

12-е. Солнечно. Тихо. $t = 22^{\circ} \text{C}$. Влаж. 30%. 12—2 ч. д.

	Освѣщеніе.	Алк.	Бенз.	Тол.	Ксил.	Типъ у-да.
<i>Rodgersia tabularis</i> . . .	Солнце.	Не про-	ника-	ютъ.	Слабо.	вр. ¹⁾
<i>Mulgedium casaliaefolium</i>	Тѣнь. ²⁾	Не про-	ника-	ютъ.	Слабо.	вр.
	Солнце.	Хорошо.	Очень	хоро-	шо.	
<i>Ligularia macrophylla</i> .	Солнце.	Хо-	ро-	шо.	—	н.
<i>Senecio sarracenicus</i> . .	Солнце.	Слабо.	Хорошо.	Оч. хо-	рошо.	вр.
<i>Rheum Emodi</i>	Солнце.	Хорошо.	Оч. хо-	ро-	шо.	н.
	{ Полу- тѣнь.	Слабо или не проник.	Лучше.	Хоро-	шо.	

Молодые листья *Rheum Emodi* и *Mulgedium casaliaefolium* на солнцѣ совсѣмъ не инфильтруютъ алкоголя и слабо — бензолъ.

1) Объясненіе сокращеній: вр. — воронковидныя устьяца; н. — нормальныя; вд. — воднаго типа; кб. — колбообразныя.

2) Обозначеніе „тѣнь“ относится какъ къ затѣненію сосѣдними растеніями и предметами, такъ и къ затѣненію листвою того же растенія.

13 и 15-е. Солнечные дни. Тихо. $t = 21,5^{\circ} - 22,5^{\circ} \text{C}$.
Влаж. 30—40%. 12—2 ч. д.

	Освѣщеніе.	Алк.	Бенз.	Тол.	Ксил.	Типъ у-ца.
а. Особенно крупные листья.						
<i>Heracleum pubescens</i> . .	Солнце.	Различ.	Различ.	Хорошо.	шо.	н.
	Тѣнь.	Не пр.	Слабо	или не	проник.	
<i>Cochlearia Armoracia</i> .	Солнце.	Слабо.	Хорошо.	Оч. хо-	рошо.	н.
<i>Petasites officinalis</i> . . .	П.-тѣнь.	Хорошо.	Оч. хо-	ро-	шо.	вд.
	Солнце.	Хорошо.	Быстро.	Оч. бы-	стро.	
<i>Lappa tomentosa</i>	Солнце.	Проник.	Хорошо.	Оч. хо-	рошо.	н.
б. Менѣ крупные листья.						
<i>Polygonum sachalinense</i>	Тѣнь.	Не	про-	ника-	ютъ.	н.
	Солнце.	Быстро.	Весьма	бы-	стро.	
<i>Polygonum acuminatum</i>	Тѣнь.	Не	про-	ника-	ютъ.	н.
	Солнце.	Быстро.	Весьма	бы-	стро.	
<i>Inula Helenium</i>	Солнце.	Хорошо.	Оч. хо-	ро-	шо.	вр.
<i>Silphium perfoliatum</i> . .	Солнце.	Хорошо.	Оч. хо-	ро-	шо.	вр.
<i>Tussilago farfara</i>	Солнце.	Хорошо.	Оч. хо-	ро-	шо.	вд.
<i>Petasites niveus</i>	Солнце.	Хорошо.	Оч. хо-	ро-	шо.	вд.
<i>Rodgersia aesculifolia</i> .	Солнце.	Не пр.	Оч. сла-	бо.	Слабо.	вр.

У *Cochlearia Armoracia* алкоголь при всѣхъ повторныхъ наблюденіяхъ давалъ въ лучшемъ случаѣ только слабую инфильтрацію, такъ что обозначеніе „слабо“ качественно здѣсь равносильно „хорошо“. Различіе въ степени прониканія алкоголя и бензола на солнцѣ у *Heracleum pubescens* двойкаго происхожденія: слабѣе инфильтруютъ листья только что вышедшіе изъ тѣни на свѣтъ и листья съ самаго утра освѣщаемые солнцемъ. Въ одномъ случаѣ предъ нами неполное раскрытіе, въ другомъ — начало „дневного закрыванія“. Это послѣднее — далеко не рѣдкое явленіе и коле-

блется отъ суженія до полнаго замыканія щели. Листья *Heracleum*'а поддерживаются крупными нервами, но сама листовая пластинка очень тонка и слѣдовательно, сильно прогрѣвается солнцемъ. На молодыхъ листочкахъ, гдѣ они были изслѣдованы (*Lappa tomentosa*, *Silphium perfoliatum*), алкоголь не всасывался, бензолъ очень слабо. Совсѣмъ особнякомъ въ таблицахъ стоятъ два растенія: *Rodgersia tabularis* и *R. aesculifolia*, поэтому были испытаны на инфильтрацію ближайшіе родственники этихъ видовъ.

18-е. Переменно. Знач. облачность. $t = 25^{\circ} \text{C}$. Влаж. 65—87%
12—2 ч. д.

	Алк.	Бенз.	Тол.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Astilbe japonica</i>	Слабо и неравно- мѣрно. (Рис. 6.)	Лучше, но также неравномѣрно.	Такъ же.	Такъ же.	вр.
<i>Astilbe grandiflora</i>					вр.
<i>Astilbe Thunbergii</i>					вр.
<i>Astilbe chinensis</i>					вр.
<i>Astilbe Davidi</i>					вр.
<i>Rodgersia podophylla</i>	Проник.	Хо-	ро-	шо.	вр.
<i>Rodgersia pinnata</i>	Проник.	Хо-	ро-	шо.	вр.
	Алк.	Керос.	Бенз.	Петрол. эфирь.	Типъ у-ца.
<i>Rodgersia tabularis</i>	Нѣтъ.	Кое-	гдѣ.	Оч. хор.	вр.
(Для сравненія :)					
<i>Rheum Emodi</i>	Очень	хо-	ро-	шо.	н.

Всѣ эти представители родовъ *Astilbe* и *Rodgersia* обитаютъ во влажныхъ и тѣнистыхъ мѣстахъ. Изъ нихъ только для *R. podophylla* и *R. pinnata* во время наблюденій условія произрастанія приближались къ нормальнымъ, иначе содержатся и устьяца у этихъ двухъ растеній. Между прочимъ, листья *Rodgersia podophylla* очень похожи на листья *R. aesculifolia*, но послѣдняя въ это время замѣтно страдала отъ сухости мѣста, отсюда по-видимому и разница въ инфильтраціи. (Ср. таб. за 13-е и 18-е.) *Rheum*

Emodi росъ вблизи *Rodgersia tabularis*; habitus его листьевъ напоминаетъ щитовидные листья роджерсии; строеніе тѣхъ и другихъ — гигрофильное; устьица приподняты надъ уровнемъ эпидермы и сходны по размѣрамъ, хотя различнаго типа, — тѣмъ любопытнѣе отмѣтить разницу въ состояніи устьиць у этихъ растений. Влаголюбивыя *Saxifragaceae*, съ тонкими листовыми пластинками, послѣ ряда жаркихъ дней держали свои устьица почти совсѣмъ закрытыми, несмотря на 87% влажности въ воздухѣ.

22-е. Солнечный день. Легкій вѣтеръ. $t = 20,2^{\circ} - 22,6^{\circ} \text{C}$. Влаж. 20—30%. 12—2 ч. д.

	Освѣщеніе.	Алк.	Бенз.	Тол. керос.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Philadelphus coronarius</i>	Солн.	Очень	раз-	лич-	но.	вр.
	Тѣнь.	Очень	раз-	лич-	но.	
<i>Celastrus articulatus</i> . .	Солн.	Нѣтъ.	Слабо.	Лучше.	Дов. хор.	вр.
	Тѣнь.	Нѣтъ.	Очень	слабо.	Слабо.	
<i>Rhus Toxicodendron</i> . .	Солн.	Нѣтъ. ?	?	?	?	н.
	Тѣнь.	Не	про-	ника-	ють.	
<i>Rhus radicans</i>	Солн.	Хорошо.	Очень	хоро-	шо.	н.
	Тѣнь.	Не	про-	ника-	ють.	

У *Philadelphus coronarius* (рис. 4) наблюдаются всевозможныя степени прониканія въ зависимости отъ положенія листа въ кронѣ, возраста его и инсоляціи. Листья въ глубинѣ кроны не инфильтруютъ не только алкоголя, но и ксилола, т. е. тамъ устьица въ лучшемъ случаѣ едва раскрыты. Листья, расположенные по периферіи, показываютъ наилучшую инфильтрацію спустя нѣкоторое время послѣ выхода на прямой солнечный свѣтъ. Дальнѣйшая инсоляція дѣйствуетъ угнетающе, и листъ, пробывшій около часу на полномъ свѣту, уже не всасываетъ алкоголя. Листья, занимающіе промежуточное положеніе въ кронѣ, не обнаруживаютъ такого сильнаго раскрытія устьиць, какъ периферическіе, но и не закрываютъ ихъ, т. е. у жасмина существуетъ нѣкоторый optimum инсоляціи, при которомъ устьица нормально функционируютъ. Для самаго же раскрытія устьиць требуется, какъ видно,

значительная сила свѣта, хотя бы диффузнаго. Разнообразіе инфильтраціи находимъ мы, при прочихъ равныхъ условіяхъ, если итти отъ основанія побѣга къ его верхушкѣ. Болѣе молодые листья раньше раскрываютъ свои устья, чѣмъ болѣе старыя, зато послѣдніе дольше выдерживаютъ прямое освѣщеніе.

Устья *Celastrus* очень мелки, только этимъ и объясняется такая слабая инфильтрація; это для него maximum раскрытія, а не дневное закрываніе. Точно такую же картину далъ и другой видъ *Celastrus scandens*, обитавшій въ условіяхъ большей почвенной влажности.

Rhus radicans и *R. Toxicodendron* растутъ въ Ботаническомъ саду рядомъ другъ съ другомъ. Строеніе листа и устьицъ чрезвычайно сходное, но и при всѣхъ повторныхъ наблюденіяхъ получалось всегда то же самое соотношеніе. У *R. Toxicodendron* въ изобиліи выдѣляются при смачиваніи индикаторомъ пузырьки, такъ что прослѣдить инфильтрацію невозможно, а затѣмъ очень быстро получается пятно отмиранія. Такіе же неопредѣленные результаты давалъ всегда и *Rhus Cotinus*.

25-е. День солнечный съ небольшою облачностью. Вѣтрено.

t = 22,8—23,4° С. Влаж. 34—23%. 12—1 ч. д.

	Освѣ- щеніе.	Алк.	Бенз.	Тол.	Ксил.	Тигъ у-ца.
<i>Saxifraga Forbesii</i> . . .	} Солнце.	Очень	хо-	ро-	шо.	н.
<i>Saxifraga nivalis</i> . . .		Очень	хо-	ро-	шо.	н.
<i>Saxifraga rotundifolia</i> . .		Очень	хо-	ро-	шо.	н.
<i>Saxifraga ligulata</i> . . .		Очень	хо-	ро-	шо.	н.
<i>Saxifraga cordifolia</i> . .		Не-	про-	ника-	ютъ.	н.
<i>Ligularia elivorum</i> . . .		?	?	?	?	вр.

Четыре первыхъ вида росли въ котловинѣ альпійскаго отдѣленія, а *Saxifraga cordifolia* въ грядкѣ систематическаго отдѣленія, на открытомъ засушливомъ мѣстѣ, такъ что непрониканіе индикаторовъ имѣетъ причиной дневное закрытіе устьицъ. Для провѣрки въ одинъ изъ ближайшихъ дней былъ изслѣдованъ экземпляръ, росшій въ сибирскомъ отдѣленіи, тоже на открытомъ мѣстѣ. t = 26° С. Влаж. 40%. Въ 12 ч. хорошую инфильтрацію показали листья только что вышедшія изъ тѣни или еще находящіяся въ полутѣни. Въ 1 ч. д., когда весь кустикъ вышелъ на

полный свѣтъ, только на немногихъ листьяхъ замѣтна была слабая инфильтрація. *Ligularia* росла рядомъ съ каменоломками, притомъ ея сизо-зеленые листья до нѣкоторой степени напоминаютъ листья крупнолистныхъ *Saxifraga*, поэтому наблюденія были сдѣланы и надъ нею, но оказалось, что тутъ особенный случай: индикаторъ задерживается на поверхности, а потомъ быстро какъ бы проваливается въ межклеточные ходы. (Рис. 1). Вслѣдствіе того правильный діагнозъ прониканія поставить совершенно невозможно.

Іюль.

1-е. Значительная облачность. Тихо. $t = 20,8^{\circ} \text{C}$. Влаж. 35—45%.
11 $\frac{1}{2}$ —12 $\frac{1}{2}$ ч. д.

*Evonymus europaeus*¹⁾. — Различныя картины прониканія индикаторовъ въ зависимости отъ положенія листа въ кронѣ, возраста и освѣщенія, какъ у *Philadelphus coronarius* (Таб. за 22-е іюня) съ тою однако разницей, что maximum освѣщенія здѣсь вмѣстѣ съ тѣмъ и optimum для раскрытія устьицъ. Прониканіе равномерное по всей пластинкѣ. (Рис. 7).

1-й опытъ съ затѣненіемъ.

Хорошо инфильтрующіе листья на побѣгѣ были закрыты черною бумагой, а самый побѣгъ отогнуть въ глубь куста. Спустя $\frac{1}{4}$ часа было замѣчено рѣзкое измѣненіе инфильтраціи.

Evonymus japonicus. — Тѣ же степени инфильтраціи, что и у предыдущаго вида.

Evonymus fimbriatus — Наблюдается то же самое, но устьица гораздо подвижнѣе, чѣмъ у *E. japonicus*. (Рис. 8).

3-е. Солнечный день. Неб. вѣтеръ. $t = 24^{\circ} \text{C}$. Влаж. 55—45—
—22—10%. 11 $\frac{1}{2}$ —12 $\frac{1}{2}$ ч. д. Наканунѣ шелъ дождь.

Vixus sempervirens (вр. типъ) — Алкоголь проникаетъ лучше всего къ полутѣни, при чемъ молодые листья инфильтруютъ лучше старыхъ, прошлогоднихъ. Всасываніе происходитъ главнымъ образомъ по периферіи листа и сильнѣе всего въ его верхушкѣ (Рис. 10 и 11-а, с). На молодыхъ листочкахъ инфильтраціонныя пятна распределены равномернѣе по листовой поверхности.

1) Устьица *Evonymus europaeus* и *E. japonicus* своеобразной колбовидной формы, у *E. fimbriatus* — воронковидныя. См.: Н. Шотовскій. Прот. Общ. Ест. при И. Ю. У. 1914. XXIII. 2.

(Рис. 11-b). По мѣрѣ выхода листьевъ на прямой свѣтъ инфильтрація падаетъ, сохраняясь дольше у старыхъ листьевъ. Инфильтраціонныя пятна исчезаютъ сначала съ центральныхъ частей пластинки, потомъ съ периферическихъ отъ основанія къ верхушкѣ листа. Въ 12¹/₂ ч. обнаруживали инфильтрацію только листья надъ самой поверхностью земли, гдѣ еще влажность достигала 40⁰/₀. Листья находившіеся въ глубинѣ кроны все время не всасывали алкоголя.

Въ слѣдующіе дни повторялись наблюденія надъ *Evonymus* и *Vixus*. Въ общемъ результаты получились тѣ же самыя, только *Vixus* въ связи съ установившейся сухой погодой показывалъ худшую инфильтрацію.

27-е. Солнечно. Вѣтеръ. $t = 18,6^{\circ}$ С. Влаж. 28⁰/₀. 12¹/₂—2 ч. д.

2-й опытъ съ затѣненіемъ.

Побѣгъ *Evonymus europaeus* съ утра изолированъ былъ отъ вліянія свѣта темною бумагой и тѣнью самаго кустарника. Алкоголь не всасывался. Въ 12¹/₂ ч. побѣгъ былъ выставленъ на полный солнечный свѣтъ и черезъ ³/₄ часа листья довольно хорошо инфильтровали алкоголь и именно тѣ, которые обращены были къ солнцу своею верхней стороною.

Nerium Oleander. — Очень молодые листья, равно какъ и всѣ вообще, расположенные въ тѣни, не обнаруживаютъ инфильтраціи алкоголя. На солнцѣ алкоголь всасывается хорошо, бензолъ и ксилолъ весьма хорошо. При средней степени инфильтраціи замѣтно, что всасываніе начинается по краямъ смоченнаго мѣста; изъ ямочекъ, въ которыхъ скрыты устьяца выдѣляются пузырьки воздуха. (Рис. 9).

29-е. Солнечно. Вѣтрено. $t = 20,8^{\circ}$ С. Влаж. 20⁰/₀. 1—2 ч. д.

Такъ какъ было замѣчено, что экземпляры *Vixus sempervirens*, растущіе близъ стѣны сада въ условіяхъ большей влажности почвы и большей защиты отъ вѣтра, въ тѣ же часы дня иначе инфильтруютъ, чѣмъ описанный раньше экземпляръ съ открытой площадки систематическаго отдѣленія, то были произведены наблюденія надъ ними, результаты которыхъ приведены дальше въ таблицѣ.

Экземпляры эти расположены были такимъ образомъ :

Стѣна	Ю
— О III	В + З
I O O II	С

Растеніе III изъ нихъ самое высокое, нѣсколько выше стѣны.

[Значеніе діагнозовъ на таблицѣ: очень хорошо — пятнами покрывается вся пластинка листа; хорошо — значительное число пятенъ; слабо — инфильтраціонныя пятна по периферіи, на пластинкѣ разбросанно; очень слабо — рѣдкія пятна; 0 — всасыванія нѣтъ (Рис. 10 и 11)].

Экзем- пляры.	Вѣтви.	Число листьевъ, инфильтрующихъ :				
		Очень хорошо.	Хорошо.	Слабо.	Очень слабо.	0.
I.	Наружн. нижнія .	—	6	8	2	—
	Внутр. нижнія . .	—	2	2	8	—
	Наружн. среднія .	6	4	4	—	—
	Внутр. среднія . .	—	6	9	—	—
	Верхнія	8	8	—	—	—
II.	Нижнія	—	—	2	3	15
	Среднія	—	7	8	8	—
	Верхнія	6	2	5	2	—
III.	Нижнія	—	—	—	—	16
	Среднія	—	4	4	4	4
	Верхнія	12	4	—	—	—

Число хорошо инфильтрующихъ листьевъ возрастаетъ, какъ видимъ, въ прямой зависимости отъ силы и продолжительности освѣщенія, хотя эти листья находились въ условіяхъ, вызывающихъ наибольшее испареніе.

Августъ.

14-е. Солнечно. Тихо. $t = 23,8 - 25^{\circ} \text{C}$. Влаж. 35—15%. 12—2 ч. д.

а) Систематическое отдѣленіе Ботаническаго сада — площадка хорошо доступная вѣтру, цѣлый день освѣщаемая солнцемъ. Почва скоро просыхаетъ, несмотря на поливку.

	Освѣ- щеніе.	Алк.	Бенз.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Neuchera americana</i> . . .	} Солнце.	Нѣтъ.	Слабо.	Слабо.	вр.
<i>Neuchera sanguinea</i> . . .		Нѣтъ или слабо.	Слабо.	Слабо.	вр.
<i>Tellima grandiflora</i>		Нѣтъ.	Слабо.	Слабо.	вр.
<i>Boykinia rotundifolia</i> . . .		Нѣтъ.	Слабо.	Слабо.	вр.

	Освѣ- щеніе.	Алк.	Бенз.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Saxifraga crassifolia</i> . . .	Солн.	Нѣтъ.	Нѣтъ.	Слабо.	пере- ходн.
<i>Saxifraga cordifolia</i> . . .	Солн.	Нѣтъ.	Слабо.	Слабо.	н.
<i>Crataegus pinnatifida</i> . . .	Солн.	Различно: отъ слабо до очень хорошо.	Хоро-	шо.	вр.
	Полут.		Хоро-	шо.	
<i>Crataegus nigra</i>	Солнце.		Хоро-	шо.	н.
	Полут.		Хоро-	шо.	

У боярышниковъ (*Crataegus*) прямой солнечный свѣтъ при длительномъ дѣйствіи угнетаетъ инфильтрацію. Краснѣющіе листья *Heuchera sanguinea* даютъ довольно хорошую инфильтрацію алкоголя.

б) Близъ японскаго отдѣленія недалеко отъ пруда. Влаж. 45—48%.

	Освѣ- щеніе.	Вазелин. масло.	Алк.	Бенз.	Типъ у-ца.
<i>Crataegus glandulosa</i> . . .	Солнце.	Хорошо.	Весьма	хорошо.	н.
	Тѣнь.	Нѣтъ.	Сла-	бѣе.	
<i>Crataegus coccinea</i> . . .	Солнце.	Слабо.	Очень	хорошо.	н.
	Тѣнь.	Нѣтъ.	Сла-	бѣе.	
<i>Crataegus flabellata</i> . . .	Солнце.	Хорошо.	Очень	хорошо.	н.
	Тѣнь.	Нѣтъ.	Сла-	бѣе.	

Отмѣтка „тѣнь“ обозначаетъ здѣсь тѣневую сторону кроны; внутри кроны при слабомъ диффузномъ свѣтѣ инфильтрація нѣтъ.

в) Американское отдѣленіе сада. Низина. Защищенное сырое мѣсто. Одноименные съ растеніями систематическаго отдѣленія экземпляры здѣсь пышнѣ развиты, крупнолиственнѣе и лучше кустятся. Влаж. близъ поверхности земли 55%.

	Освѣ- щеніе.	Алкоголь.		Типъ у-ца.
<i>Heuchera americana</i>	Солн.	Оч. хорошо.	Такъ какъ кустики довольно густые, то внутренніе листья постоянно въ тѣни.	вр.
	Тѣнь.	Нѣтъ.		
<i>Heuchera glabra</i>	Солн.	Оч. хорошо.	Обозначеніе „тѣнь“ относится къ затѣненію растеніемъ своихъ же листьевъ.	вр.
	Тѣнь.	Нѣтъ.		
<i>Heuchera hispida</i>	} Солнце.	} Очень хорошо.		вр.
<i>Tellima grandiflora</i>				вр.
<i>Peltifillum peltatum</i>				вр.

Сравнивая приведенныя таблицы, мы видимъ, что одни и тѣ же или крайне близкія растенія различно содержатъ свои устьяца въ тѣ же самые часы дня при одинаковой степени освѣщенія, смотря по тому въ сырой или сухой почвѣ они коренятся. Структура устьяца, какъ это мы видѣли и раньше, на движеніяхъ устьяцъ не отражается.

19-е. Ясно. $t = 24,6 - 25,4^{\circ} \text{C}$. Влаж. 24% . $11\frac{1}{2} - 12$ ч. д.
Наканунѣ шелъ сильный дождь. Систематическое отдѣленіе.

	Освѣщеніе.	Алкоголь.	Типъ у-ца.
<i>Heuchera americana</i>	} Солнце.	Замѣтно, рѣже — хорошо.	вр.
<i>Heuchera sanguinea</i>		Довольно хорошо.	вр.
<i>Tellima grandiflora</i>		Хорошо. Торчащія прямо вверхъ изъ кустика листья всасываютъ уже слабѣе.	вр.
<i>Boykinia rotundifolia</i>		Довольно хорошо.	вр.
<i>Rodgerisa aesculifolia</i>		Замѣтно.	вр.
<i>Rodgerisa tabularis</i>		Проникаетъ; лучше — въ центрѣ пластинки.	вр.

Точно такія же отношенія можно было наблюдать, послѣ дождя или обильной поливки наканунѣ, у всѣхъ изслѣдованныхъ

мною видовъ *Astilbe*, *Crataegus (pinnatifida и nigra)* и у *Buxus sempervirens*. (Ср. съ наб. за 18-е іюня, 3-е іюля и 14-е августа.)

Колебанія процента влажности воздуха, которыя должны отражаться на условіяхъ транспираціи, не оказываютъ сколько-нибудь замѣтнаго вліянія на раскрываніе устьицъ или ихъ закрываніе. Температура во время наблюденій держалась приблизительно на одной высотѣ, и учесть ея вліяніе не представляется возможнымъ. Главными видимыми факторами, вызывающими движеніе устьицъ, являются, такимъ образомъ, свѣтъ и вода. Наличіе достаточнаго количества влаги въ почвѣ само-по-себѣ еще не вызываетъ раскрыванія устьицъ, какъ это видно на затѣненныхъ листьяхъ или частяхъ листовой пластинки. При одинаковомъ водоснабженіи, при одинаковыхъ условіяхъ въ окружающей атмосферѣ, устьица, получившія различное количество свѣта, на одномъ и томъ же листѣ будутъ въ различномъ состояніи. Но когда притокъ влаги изъ почвы недостаточенъ, то свѣтъ, раскрывши устьица, вызываетъ и ихъ закрываніе. Тутъ дѣло не просто въ потерѣ воды черезъ транспирацію, а въ иномъ ходѣ синтеза веществъ при неравномѣрномъ и недостаточномъ притокѣ воды. Недавнія изслѣдованія Ильина¹⁾ показали, что при этомъ замыкающія клѣтки набиваются крахмаломъ, и наступаетъ болѣе или менѣе рѣзкое паденіе осмотического давленія.

Въ концѣ августа и началѣ сентября были произведены нѣкоторыя наблюденія надъ опадающими листьями. Оказалось, что начинающіе отмирать листья обнаруживаютъ прекрасную инфильтрацію, но когда листъ уже значительно окрашенъ, инфильтраціи нѣтъ. Также не инфильтруютъ и опавшіе листья (*Evonymus alatus*, *E. japonicus*, *Celastrus articulatus* и *C. scandens*).

2. Устьица ночью.

Относительно ночного состоянія устьицъ извѣстно очень немного. По наблюденіямъ Schaefer'a всѣ вообще растенія закрываютъ ночью устьица, если же иногда наблюдается иное, то это считаетъ онъ слѣдствіемъ какихъ-либо случайныхъ причинъ, повышающихъ тургоръ: необычная влажность почвы, корневое давленіе, сильная инсоляція днемъ. Haberlandt нашелъ, что у многихъ растеній устьица съ возрастомъ теряютъ подвижность,

1) В. С. Ильинъ: Регулировка устьицъ въ связи съ измѣненіемъ осмотического давленія. Изв. Имп. Акад. Н. 1913. № 13.

такъ что не закрываются вполнѣ никогда; особенно рано теряютъ подвижность устьяца плавающихъ растений или обитателей очень влажныхъ и тѣнистыхъ мѣстъ. По изслѣдованіямъ Leitgeb'a и Stahl'я наряду съ растеніями, закрывающими ночью устьяца, существуетъ не меньшее число такихъ, которыя устьяцъ не закрываютъ. У Darwin'a 13⁰/₀ изслѣдованныхъ имъ растеній устьяцъ не закрывали. У Molisch'a изъ 33-хъ растеній только 3 показали ночью широко раскрытыя устьяца. Большую часть этихъ данныхъ, полученныхъ съ помощью микроскопическаго и транспираціонныхъ методовъ, нельзя признать надежной.

Приведу нѣсколько своихъ наблюденій.

26 июля. $t = 11^{\circ} \text{C}$. Влаж. 60—90⁰/₀. 11³/₄—1¹/₂ ч. ночи.

	Алк.	Бенз.	Тол.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Rodgersia tabularis</i>	Не	про-	ника-	ютъ.	вр.
<i>Rodgersia pinnata</i>	Хорошо.	Хорошо.	Очень	хорошо.	вр.
<i>Rodgersia podophylla</i>	Хорошо.	Очень	хоро-	шо.	вр.
<i>Rheum Emodi</i>	Не	про-	ника-	ютъ.	н.
<i>Polygonum sachalinense</i>	Не	про-	ника-	ютъ.	н.
<i>Polygonum acuminatum</i>	Не	про-	ника-	ютъ.	н.
<i>Ligularia macrophylla</i>	Хорошо.	Хо-	ро-	шо. ?	н.
<i>Saxifraga cordifolia</i>	Не	за-	мѣт-	но.	н.

11 августа. $t = 17,6—17,8^{\circ} \text{C}$. Влаж. 85⁰/₀. 10—11¹/₂ ч. ночи.

	Алк.	Бенз.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Philadelphus coronarius</i>	Не	прони-	каютъ.	вр.
<i>Buxus sempervirens</i>	Не	прони-	каютъ.	вр.
<i>Evonymus europaeus</i>	Не	прони-	каютъ.	кб.
<i>Evonymus japonicus</i>	Не	прони-	каютъ.	кб.
<i>Evonymus fimbriatus</i>	Нѣтъ.	Нѣтъ.	Слѣды.	вр.
<i>Nerium Oleander</i>	Нѣтъ.	Нѣтъ.	Оч. слабо.	н.

19 августа. $t = 17,2^{\circ}\text{C}$. Влаж. 87%. $10\frac{1}{2}$ — $11\frac{1}{2}$ ч. ночи.

	Алк.	Бенз.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Petasites officinalis</i>	Хорошо.	Очень хо-	рошо.	вд.
<i>Silphium perfoliatum</i>	Не про-	ника-	ютъ.	вр.
<i>Lappa tomentosa</i>	Нѣтъ.	Хоро-	шо.	н.
<i>Inula Helenium</i>	Нѣтъ.	Слабо.	Слабо.	вр.
<i>Petasites niveus</i>	Слабо.	Хоро-	шо.	вд.
<i>Tussilago farfara</i>	Слабо.	Луч-	ше.	вд.

Если можно судить по такому незначительному числу наблюдений, то слѣдуетъ отмѣтить, что растенія, у которыхъ днемъ замѣчается цѣлая гамма различныхъ состояній устьицъ, ночью держать ихъ закрытыми. Устьица воднаго типа въ ночное время не закрываются наглухо, но то же самое можетъ происходить и при другомъ строеніи устьицъ: такъ не закрываютъ устьицъ типичныя гигрофильныя растенія *Rodgersia pinnata* и *Rodgersia podophylla*. Судя по тому, что у *Rodgersia tabularis* устьица оказались закрытыми, несмотря на то, что почва значительно отсырѣла и въ воздухѣ было 90% влажности, — устьица, закрытыя днемъ, не могутъ раскрыться ночью.

3. Устьица водныхъ растеній.

Нѣкоторые наблюдения надъ устьицами водныхъ растеній были произведены съ цѣлью выяснитъ, не представляютъ ли они совершенно оцѣпенѣлое образованіе.

11 и 13 августа. $t = 24$ — $24,8^{\circ}\text{C}$. Влаж. 30—43%. 11—12 ч. д.

	Положен. листа.	Алк.	Бенз.	Ксил.	Типъ у-ца.
<i>Nymphaea alba</i>	Надъ водой.	Нѣтъ.	Слабо.	Слабо.	вд.
	На водѣ.	?	Очень	хорошо.	
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	{ На	Нѣтъ.	Сла-	бо.	вд.
	{ водѣ.	Хорошо.	Очень	хорошо.	
<i>Lemna minor</i>	—	Хорошо.	Очень	хорошо.	вд.

Различіе въ инфильтраціи *Hydrocharis* зависитъ отъ возраста листа: болѣе молодые листья инфильтрують хуже болѣе старыхъ. У *Lemna* — прониканіе въ немногихъ мѣстахъ.

13 августа. $t = 18,8^{\circ}\text{C}$. Влаж. 70%. $9\frac{1}{2}$ — $10\frac{1}{2}$ ч. ночи.

	Положен. листа.	Алк.	Без.	Ксил.	Типъ у-ца.
Nymphaea alba	На водѣ.	Нѣтъ.	Нѣтъ.	Слабо.	вд.
	Надъ водой.	Не	за-	мѣтно.	
Hydrocharis morsus ranae	На водѣ.	Хорошо.	Очень	хорошо.	вд.
	Надъ водой.	Слабо или Нѣтъ.	Сла-	бо.	

Изъ приведенныхъ таблицъ мы видимъ, что подвижность устьиць „воднаго“ типа не исключена, но въ нормальныхъ условіяхъ они совершаютъ только слабыя движенія.

Итакъ, сможемъ ли мы, опираясь на новый методъ, освѣтить вопросы, поставленные мною вначалѣ? — Да, можемъ. Мы можемъ констатировать рядъ состояній, послѣдовательная смѣна которыхъ вычертитъ предъ нами картину движенія устьиць. Но состоянія — функція структурныхъ возможностей и вліянія физическихъ и физиологическихъ факторовъ, такъ что, регистрируя состоянія и указанные факторы, мы не только опишемъ движенія устьиць, но и установимъ закономерность этихъ движеній. Быстрота въ смѣнѣ состояній дастъ указаніе на степень подвижности устьиць, что въ свою очередь объяснить смыслъ анатомическаго строенія. Сужденія на основаніи одной только анатомической картины схоластичны, а лабораторныя изслѣдованія подвижности подь микроскопомъ искусственны. Механическая и физиологическая подвижность могутъ не совпадать. Получивъ всѣ эти данныя, мы дадимъ физиологической и филогенетической Анатоміи отвѣтъ о значеніи структуръ и облегчимъ работу изслѣдователямъ явленій газообмѣна.

Юрьевъ. 1914 г.

Объясненіе рисунковъ.

Инфильтраціонныя фигуры (пятна) алкоголя на нижней поверхности листа.

Рис. 1. *Ligularia Clivorum*: *a* — индикаторъ на листовой поверхности, черныя точки — центры инфильтраціи; *b* — конечная стадія: пятно. Между *a* и *b* промежутокъ времени неуловимъ, до появленія темной точки въ *a* проходитъ 12—20 сек.

Рис. 2. *Rheum Emodi*: *a*, *b*, *c* и *d* — послѣдовательныя стадіи инфильтраціи. Въ *a* центровъ прониканія много.

Рис. 3. *Saxifraga Geum*: сильное и равномерное всасываніе алкоголя.

Рис. 4. *Philadelphus coronarius*: *a* — всасываютъ слабо немногія устьяца; *b* — большее число лучше инфильтрующихъ устьицъ; *c* — максимум инфильтраціи. Въ *a* замѣтна ориентировка пятенъ по нервамъ.

Рис. 5. *Polygonum sachalinense* ($\frac{1}{3}$ nat. лин. вел.): *a* — въ полутѣни; *b* — на полномъ свѣту.

Рис. 6. *Astilbe Thunbergii*: Ориентировка пятенъ по нервамъ (ср. 4-*a* и 5-*a*).

Рис. 7. *Evonymus europaeus*: *a* — слабо инфильтруетъ; *b* — довольно хорошо; *c* — очень хорошо.

Рис. 8. *Evonymus fimbriatus*: *a* — хорошо; *b* — слабо.

Рис. 9. *Nerium Oleander*: *a*, *a*₁ — пятна отъ алкоголя; *b* — пятно бензола. Всасываніе идетъ по краямъ смоченнаго мѣста.

Рис. 10. *Buxus balearica*: инфильтраціонныя пятна по периферіи пластинки.

Рис. 11. *Buxus sempervirens*: *a* — всасываютъ немногія устьяца; *c* — старый листь, инфильтрующій у периферіи; *b* — молодой листь, всасываніе равномерное.

Алфавитный указатель именъ растений.

	Стр.		Стр.
<i>Astilbe chinensis</i> Franch. et Ser	238	<i>B.</i> (= <i>saxifraga</i>) <i>crassifolia</i> (L.)	
<i>A. Davidi</i> A. Henry	238	Eng.	230, 240, 244
<i>A. grandiflora</i> Stapf.	238	<i>B.</i> (= <i>saxifraga</i>) <i>ligulata</i> (Wall.)	
<i>A. japonica</i> Miq.	238	Eng.	240
<i>A. Thunbergii</i> Maxim.	338, 250	<i>Boykinia rotundifolia</i> Parry	243, 245
<i>Bergenia</i> (= <i>saxifraga</i>) <i>cordifolia</i>		<i>Buxus sempervirens</i> L.	241, 242, 246,
(L.) Eng.	230, 240, 244, 247		[247, 250

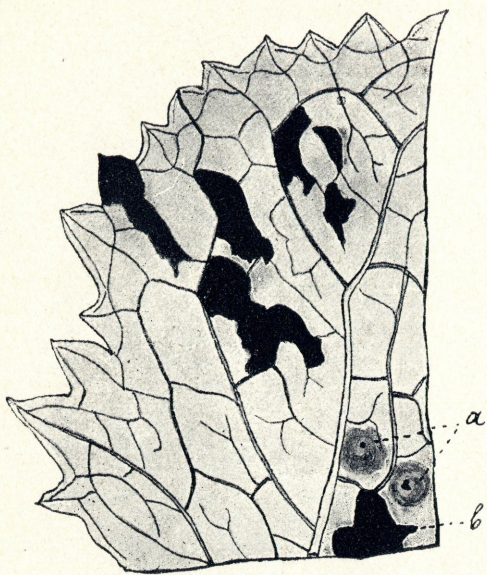


Рис. 1.

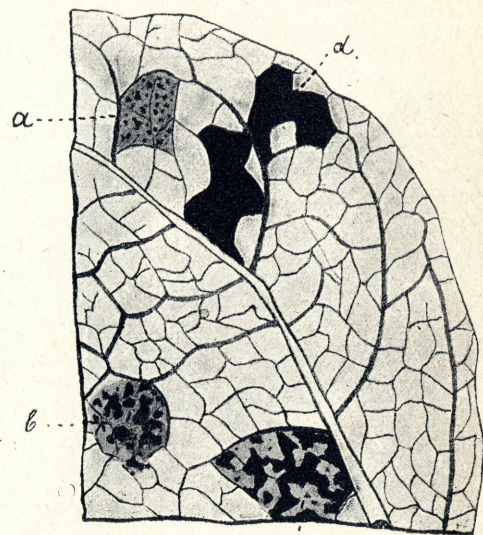


Рис. 2.

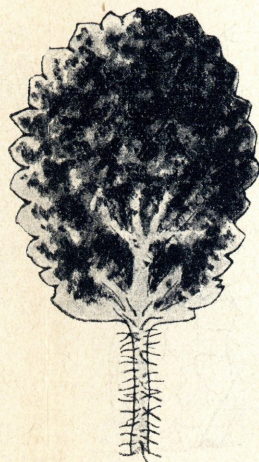


Рис. 3.

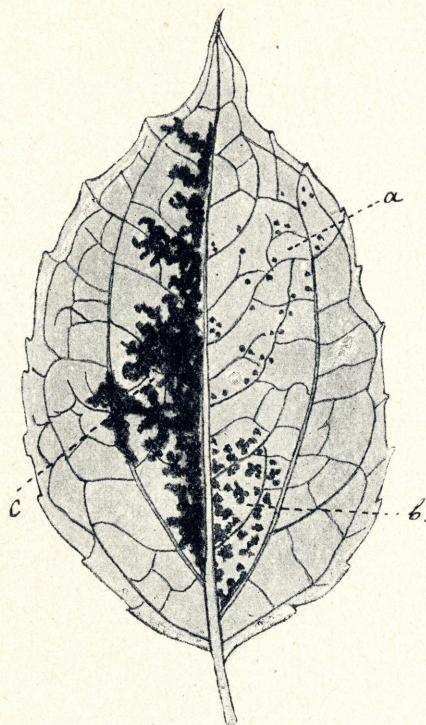


Рис. 4.

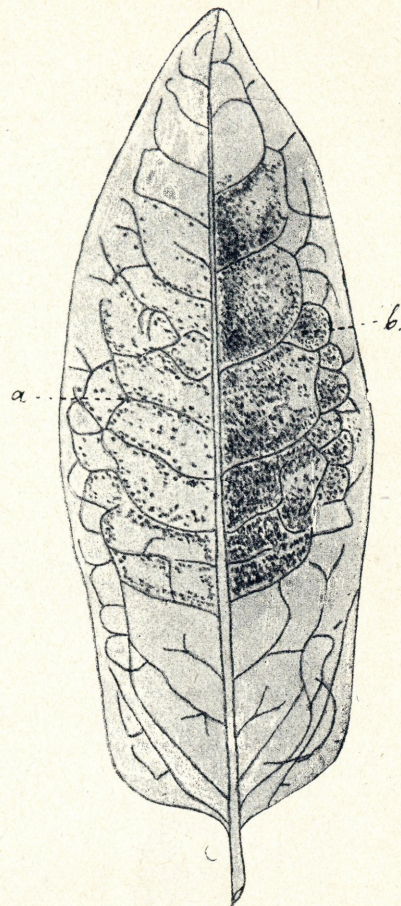


Рис. 5.

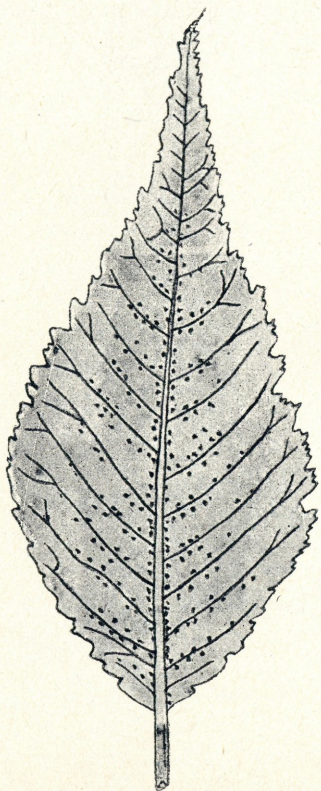


Рис. 6.

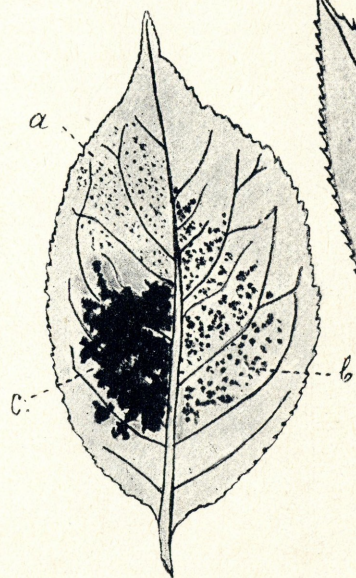


Рис. 7.

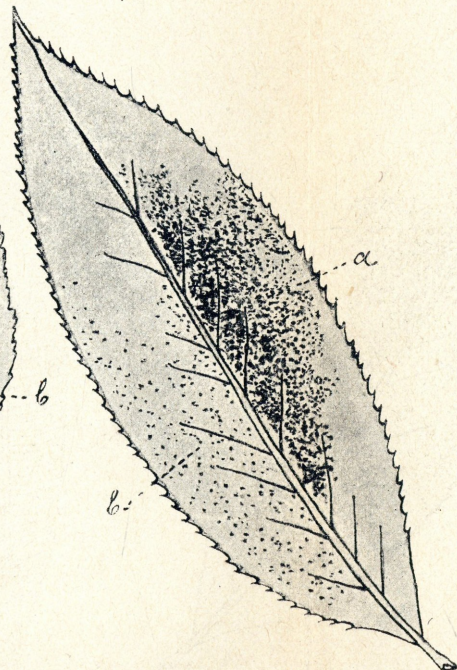


Рис. 8.

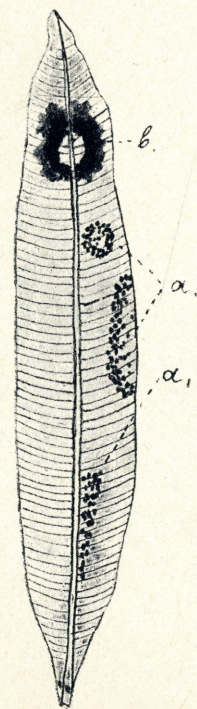


Рис. 9.



Рис. 10.



Рис. 11.

Стр.		Стр.
	<i>Celastrus articulatus</i> Lam.	239, 246
	<i>C. scandens</i> Forsk.	240, 246
	<i>Cochlearia Armoracia</i> L.	237
	<i>Crataegus coccinea</i> L.	244
	<i>C. glandulosa</i> Ait.	244
	<i>C. flabellata</i> Bosc.	244
	<i>C. nigra</i> W&K.	244
	<i>C. pinnatifida</i> Bge.	244
	<i>Evonymus alatus</i> Rupr.	246
	<i>E. europaeus</i> L.	231, 241, 242, 247, 250
	<i>E. fimbriatus</i> Wall.	241, 247, 250
	<i>E. japonicus</i> L.	241, 246, 247
	<i>Heracleum pubescens</i> MB.	237
	<i>Heuchera americana</i> L.	243, 245
	<i>H. glabra</i> Willd.	245
	<i>H. hispida</i> Purch.	245
	<i>H. sanguinea</i> Engm.	243, 245
	<i>Hydrocharis morsus ranae</i> L.	243, 249
	<i>Inula Helenium</i> L.	237, 248
	<i>Lappa tomentosa</i> L.	237, 248
	<i>Lemna minor</i> L.	248
	<i>Ligularia clivorum</i> Maxim.	240, 250
	<i>L. macrophylla</i> DC.	236, 247
	<i>Lonicera Caprifolium</i> L.	231
	<i>Mulgedium cacaliaefolium</i> DC.	236
	<i>Nerium Oleander</i>	242, 247, 250
	<i>Nymphaea alba</i> L.	243, 249
	<i>Peltifillum peltatum</i> Eng.	245
	<i>P. niveus</i> Baumg.	237, 248
	<i>P. officinalis</i> Mönch.	237, 248
	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	233, 239, [247, 250
	<i>Polygonum acuminatum</i> HB.	233, 237, [247
	<i>P. sachalinense</i> F. Schmidt.	233, 237, [247, 270
	<i>Rheum Emodi</i> Wall.	236, 238, 247, 250
	<i>Rhus Cotinus</i> L.	240
	<i>R. radicans</i> L.	239
	<i>R. Toxicodendron</i> L.	239, 240
	<i>Rodgersia aesculifolia</i> Bat.	237, 245
	<i>R. pinnata</i> Franch.	238, 247
	<i>R. podophylla</i> A. Gray.	238, 247
	<i>R. tabularis</i> (Hemsley) Kom.	236, [238, 245, 247
	<i>Saxifraga Forbesii</i> Vasey.	240
	<i>S. nivalis</i> L.	240
	<i>S. rotundifolia</i> L.	240
	<i>Senecio sarracenicus</i> L.	236
	<i>Silphium perfoliatum</i> L.	237, 248
	<i>Syringa vulgaris</i> L.	231, 233
	<i>Tellima grandiflora</i> R. Br.	243, 245
	<i>Tropaeolum majus</i> L.	231
	<i>Tussilago farfara</i> L.	237, 248

Считаю пріятнымъ долгомъ выразить благодарность моему учителю проф. Б. Б. Гриневецкому за руководящія указанія при выполненіи настоящей работы, а также искреннюю признательность проф. А. Д. Богоявленскому, прив.-доц. Н. А. Сахарову и г. Я. Сарву за любезную помощь при разрѣшеніи нѣкоторыхъ недоумѣній, связанныхъ съ явленіями инфильтраціи.

Оглавление.

	Стр.
Введение	220
I. Методы изслѣдованія устьичныхъ движеній	222
II. Методъ инфильтраціи	225
1. Принципъ метода и его сущность	225
2. Критическая оцѣнка метода	226
3. Практическія указанія	233
III. Наблюденія и опыты	234
1. Устьица днемъ	236
1. Устьица ночью	246
3. Устьица водныхъ растений	248
Объясненіе рисунковъ	250
Алфавитный указатель именъ растений	250

Къ исторіи ученія объ инфекціи.

А. Г. Бекштремъ.

Связь между заразной болѣзью и заразнымъ началомъ, между инфекціей и ея виновниками — микроорганизмами за послѣдніе 50—60 лѣтъ настолько привилась нашему сознанию, настолько вошла въ наши воззрѣнія на природу, что забыть о ней мы не можемъ ни на минуту. Поэтому трудно себѣ представить то время, когда научная мысль шла по иному направленію, искала истину на другихъ путяхъ. Теперь намъ кажется страннымъ, какъ могла наука проглядѣть цѣлый рядъ явленій, который иначе, какъ существованіемъ особыхъ возбудителей, даже a priori объясненъ быть не можетъ. Конечно, a posteriori этотъ новый міръ бесконечно малыхъ организмовъ могъ быть открытъ лишь съ усовершенствованіемъ микроскопа. Но, спрашивается, неужели въ теченіе тысячелѣтій научная мысль ни разу не наталкивалась на столь простое и естественное, казалось бы, объясненіе происхожденія инфекціи, какъ предположеніе о существованіи невидимыхъ простымъ глазомъ живыхъ существъ, распространяющихъ заразу? Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, намъ нужно заглянуть въ исторію, и заглянуть нѣсколько глубже, чѣмъ это обыкновенно дѣлается въ специальныхъ руководствахъ по бактериологіи.

Какъ извѣстно, вся современная наука ведетъ свое начало изъ Греціи, и тамъ прежде всего мы должны поискать отвѣта на поставленный нами вопросъ. Различные писатели древности сообщаютъ намъ о повальныхъ болѣзняхъ, вспыхивавшихъ то въ одной, то въ другой мѣстности континента и острововъ Средиземнаго моря. Въ 436 г. или нѣсколько ранѣе вспыхнула эпидемія во Фракіи и Македоніи (Hippocr. Epidem. III, 3. ed. Littré III, 66 слл.; ср. тамъ же III, XXXVI). Въ теченіе слѣдующихъ 25 лѣтъ эпидемическія заразные болѣзни опустошали

Эвбею, Вiotию (Орхомень), Аргось, Фессалию, Кось (Soran. Vita Hipp. 2, ср. 4), Иллирию и Пеонию (Soran. l. c. 2, 4. Plin. HN. VII, 36), Римъ и Этрурию (Liv. IV, 21—30). Изъ этихъ эпидемій общую извѣстность приобрѣла такъ называемая Аѳинская чума 430—425 гг. (Thuc. II, 47, 2 слл.; 60 сл. Diod. Sic., Bibl. Hist. XII, 45, 2).

Къ 413 г. относится эпидемія въ Сициліи, опустошившая ряды аѳинскаго войска, осаждавшаго Сиракузы. Восемь лѣтъ спустя въ 405 г. новая эпидемія вспыхнула въ Ливіи и Карфагенѣ, отсюда перекинулась въ Сицилію и свила себѣ очагъ подъ стѣнами тѣхъ же злополучныхъ Сиракузъ. Во время вторичной осады Сиракузъ карфагенянами въ 396 г. въ ихъ войскѣ, разбившемъ свой лагерь на томъ же мѣстѣ, гдѣ стояли въ 413 г. аѳиняне, снова вспыхнула эпидемія, описанная Діодоромъ (XIV, 70. 71. Ср. XIII, 12. XIV, 45. 47). Почти черезъ 200 лѣтъ (212 г. Liv. XXV, 26) такая же эпидемія развилась подъ Сиракузами среди римскаго войска.

Само собой разумѣется, что заразность подобныхъ эпидемій должна была скоро привлечь къ себѣ общее вниманіе, и мы имѣемъ опредѣленныя указанія на это. Такъ Діодоръ (XII, 45, 2) указываетъ, какъ на причину аѳинской чумы, на скученность населенія и испорченность вслѣдствіе этого воздуха. Но это было, такъ сказать, обывательское объясненіе. Насъ интересуетъ, какъ смотрѣла на причину заразныхъ болѣзней тогдашняя наука. Отецъ медицины Гиппократъ, жившій во второй половинѣ V в. до Р. Хр., т. е. какъ разъ около времени эпидемій, о которыхъ было выше упомянуто, въ трактатѣ „О воздухѣ, водѣ и мѣстности“ говоритъ слѣдующее (гл. 1.): „Всякому, кто хочетъ правильно заниматься врачебной наукой, слѣдуетъ поступать такъ: во первыхъ обсудить, какое вліяніе можетъ оказать время года, каждое въ отдѣльности, такъ какъ они вовсе не похожи одно на другое, но сильно различаются и сами по себѣ, и въ своихъ переходахъ; во вторыхъ — вѣтры, теплые и холодные, главнымъ образомъ общіе всѣмъ людямъ, а затѣмъ свойственные каждой отдѣльной странѣ. Слѣдуетъ обсудить и свойства водъ. Какъ онѣ различаются въ устьѣ и плесѣ, такъ и вліяніе ихъ весьма различно, такъ что, если кто нибудь прибываетъ въ незнакомый городъ, ему слѣдуетъ обратить вниманіе на его расположеніе, какъ онъ лежитъ и въ отношеніи вѣтровъ, и въ отношеніи восхода солнца. Не одинаковое вліяніе оказываетъ расположеніе къ сѣверу или къ югу, къ востоку или къ западу. Это слѣдуетъ

обсудить какъ можно тщательно, и какъ обстоитъ дѣло въ отношеніи воды, пользуются ли жители болотной и мягкой, или жесткой и изъ высокихъ каменистыхъ мѣстъ, или изобилующей солями и жесткой, — и въ отношеніи земли обсудить, голая ли она и безводная, или покрытая растительностью и орошаемая, низменная ли и жаркая, или возвышенная и холодная. . . И если онъ это разсмотритъ тщательно, лучше всего все, въ противномъ случаѣ большинство изъ этого, отъ него не скроются, вѣроятно, когда онъ пріѣдетъ въ незнакомый городъ, ни мѣстныхъ болѣзни, ни то, какова природа наиболѣе распространенныхъ заболѣваній“.

Такимъ образомъ впервые въ литературѣ мы находимъ здѣсь указаніе на ту важность, какую представляетъ для здоровья качество питьевой воды. Мало того. Перевернувъ нѣсколько страницъ далѣе, мы натываемся у Гиппократа на слѣдующія знаменательныя слова (гл. 7): „Относительно водъ я думаю изложить, какія вредны, какія наиболѣе здоровы, какія, по вѣдомому, отъ воды происходятъ болѣзни и какое благо: вѣдь она имѣетъ наибольшее значеніе въ гигиенѣ. Болотная, стоячая и прудовая вода лѣтомъ, само собой разумѣется, бываетъ теплая, густая, съ запахомъ, потому что она не проточная. . . У пьющихъ ее селезенка всегда увеличена и уплотнена, животъ сухъ, худощавъ и горячъ, плечи, ключицы и лицо исхудали. . . Больные обладаютъ аппетитомъ и чувствуютъ жажду. . . Эта болѣзнь свойственна имъ и лѣтомъ, и зимою. . . Такую воду я считаю дурною во всякомъ случаѣ“ (ср. *ibid.* 15).

Не нужно обладать большою прозорливостью, чтобы въ этомъ сдѣланномъ вскользь и далеко не полномъ описаніи болѣзни, узнать малярію. Въ настоящее время мы знаемъ болѣе точно, какая связь существуетъ между болотной водой и перемежающейся лихорадкой, и знаемъ также, что малярія пріобрѣтается не благодаря питью испорченной воды, а другимъ путемъ. Теоріи, объясняющей происхожденіе маляріи вреднымъ, зараженнымъ воздухомъ и испареніями, которыя образуются въ болотистыхъ мѣстахъ, было противопоставлено нѣсколько вѣскихъ возраженій, которыя сводились, главнымъ образомъ, къ тому, что „малярійный ядъ не можетъ быть газообразнымъ, химическимъ веществомъ“, такъ какъ въ такомъ случаѣ необъяснимо находеніе въ самомъ близкомъ сосѣдствѣ жилищъ, зараженныхъ и не зараженныхъ маляріей, необъяснимо отсутствіе заболѣваній на судахъ, стоящихъ близко

отъ берега малярійной мѣстности. Но „стоитъ вновь прибывшимъ провести на берегу нѣсколько часовъ, чтобы затѣмъ по возвращеніи, заболѣть черезъ нѣсколько дней маляріей, въ то время какъ среди не спускавшихся на берегъ никто не заболѣваетъ этой болѣзью. Надо, слѣдовательно, допустить, что, если вредное начало и находится въ воздухѣ, то оно не распространяется, какъ газообразное вещество, и потому должно обладать совершенно иными физическими свойствами¹⁾“.

Что касается воды, то прямые опыты, поставленные для выясненія ея роли какъ переносчицы заразы, дали въ Италіи совершенно отрицательные результаты. „Такъ, воду изъ малярійныхъ мѣстностей перевозили въ здоровую, и употребленіе этой воды даже въ колоссальныхъ количествахъ не обусловливало маляріи²⁾“.

Такимъ образомъ оставалось только допустить существованіе и для маляріи, какъ для другихъ инфекціонныхъ болѣзней, существованіе бактеріальныхъ возбудителей. Это допущеніе, какъ извѣстно, было блестяще подтверждено открытіемъ малярійной амебы Лавераномъ, размножающейся въ тѣлѣ комара *Anopheles* и затѣмъ черезъ укусъ въ крови человѣка³⁾.

Итакъ мы видимъ, что старая теорія, восходящая ко временамъ Гиппократа⁴⁾, объясняла „происхожденіе маляріи вреднымъ, зараженнымъ воздухомъ и испареніями, которыя образуются въ болотистыхъ мѣстностяхъ,“ причѣмъ „по существу, какъ теперь выясняется, эта теорія опиралась и на безспорно вѣрные факты, какъ напр., связь маляріи съ болотистыми мѣстностями и зараженіе черезъ воздухъ⁵⁾“.

Но это еще не все. Мы должны думать, что внимательное наблюденіе уже рано должно было привести къ вѣрной мысли, оставшейся только неprovѣренной за отсутствіемъ еще въ тѣ времена микроскопа, что какъ малярія, такъ и другія инфекціонныя болѣзни порождаются не прямо воздухомъ или водою, какъ, таковыми, а обязаны своимъ появленіемъ особымъ носителямъ, живущимъ въ той или другой средѣ.

1) Габричевскій, Мед. бактеріол. 3. С. Петерб. 1907, 444.

2) Ibid. 445.

3) Ibid. 444 сл.

4) Иначе, повидимому, понимаетъ положенія Гиппократа Кнудсенъ (Den gamle Høllenske Laegekunst af Valdemar Knudsen, København og Kristiania 1911, 70), но съ его утвержденіями можно спорить.

5) Габричевскій, I. с. 444.

Это предположеніе наше находитъ себѣ косвенное подтвержденіе въ ученіи о произвольномъ зарожденіи — *generatio aequivoca* простѣйшихъ организмовъ изъ гніющихъ веществъ съ примѣсью воды. Такъ Аристотель, приблизительно около 100 лѣтъ послѣ Гипократа, говорилъ слѣдующее: „Тѣла скоро образуются будучи заключены въ узкомъ пространствѣ, что бываетъ тогда, когда при помощи теплоты жидкое вещество превратилось въ родъ пѣнистаго пузырька (*ἀφρόδης ποικίλλει*¹⁾). Самый процессъ произвольнаго зарожденія Аристотель объясняетъ, какъ и обыкновенное зарожденіе, происхожденіемъ его изъ варенія пищи²⁾. „Что готовится изъ пищи животной теплотой, то готовится, смѣшивается и варится лѣтнимъ зноемъ изъ морской воды и земли. И та часть жизненнаго начала, которая заключена въ воздухѣ (*pneuma*) или отдѣлена отъ него, образуетъ плодъ и сообщаетъ ему движеніе.“

Нужно замѣтить, что Аристотель выражаетъ, собственно говоря, взглядъ существовавшей задолго до него. Самопроизвольное зарожденіе въ тѣ времена было ходячей истиной. Народъ утверждалъ даже, что насѣкомыя, моллюски, угри и пр. размножаются произвольнымъ зарожденіемъ. Тѣмъ легче, слѣдовательно, было допустить самопроизвольное зарожденіе первичной клѣточки въ гніющей водѣ, а отсюда было недалеко уже до предположенія, что и причиной появленія инфекціонныхъ болѣзней являются живые организмы, произвольно зарождающіеся въ стоячей водѣ, въ болотахъ и въ прудахъ. Такая мысль должна была естественно появиться, какъ только опытъ и наблюденіе показали, что воздухъ и вода изъ нездоровыхъ мѣстностей не всегда могутъ разсматриваться, какъ возбудители инфекціи, но въ то же время тѣсно связаны съ появленіемъ заразныхъ болѣзней. И такая мысль въ видѣ рабочей гипотезы дѣйствительно была высказана еще въ древности и, какъ можно предполагать, современникомъ Гипократа Демокритомъ, который много занимался естественными науками и много сдѣлалъ для естествознанія. Среди многихъ другихъ писателей и Аристотель, и его ученикъ Теофрастъ не даромъ цитируютъ Демокрита значительно чаще прочихъ.

Въ сочиненіи „*De re rustica*“ (о сельскомъ хозяйствѣ) римскаго писателя Варрона (116—27 до Р. Хр.), изданномъ около

1) *De generat. animal.* III, 112 сл.

2) Ковнеръ, Исторія медиц. Кіевъ. Вып. III. 1888, 622.

36 г. до Р. Хр., мы находимъ слѣдующія многознаменательныя слова: „слѣдуетъ обращать вниманіе (на расположеніе усадьбы), если (вблизи ея) будутъ находиться болотистыя мѣста . . . потому что (въ нихъ) вырастаютъ нѣкоторыя ничтожной величины живыя существа, за которыми глаза не могутъ услѣдить. вмѣстѣ съ воздухомъ они попадаютъ черезъ ротъ и ноздри внутрь организма и вызываютъ тяжелыя заболѣванія¹⁾“.

Здѣсь мы имѣемъ уже несомнѣнную бактериальную теорію инфекціи, къ сожалѣнію, не проверенную опытомъ по недостатку для этого техническихъ средствъ. Тысяча девятьсотъ лѣтъ потребовалось для того, чтобы эта гипотеза, высказанная, какъ мнѣ кажется, впервые именно Демокритомъ почти за 2300 лѣтъ до ея эмпирическаго обоснованія Пастѣромъ, стала наконецъ научной аксіомой. Не слѣдуетъ только думать, что мысль эта была высказана впервые Варрономъ, какъ это полагалъ проф. Нагуевскій²⁾. Варрономъ она взята у александрійскаго ученаго Кассія Діонисія, жившаго около 200 г. до Р. Хр., этимъ, повидимому, у Теофраста, написавшаго сочиненіе „о самопроизвольно зарождающихся животныхъ“ (*περὶ αὐτομάτων ζῴων*), а этимъ послѣднимъ заимствована, надо полагать, непосредственно изъ сочиненія Демокрита „о заразныхъ болѣзняхъ“ (*περὶ λοιμῶν παθήων*). Почему именно нужно такъ думать, я поговорю въ другой разъ и въ другомъ мѣстѣ.

Какъ бы то ни было, въ одномъ мнѣ приходится согласиться съ проф. Нагуевскимъ по поводу словъ Варрона, resp. Демокрита, что ничто не ново подъ луною. Открытія самаго послѣдняго, можно сказать, времени оказываются за много вѣковъ предвосхищенными у насъ греческой наукой, греческой философіей. И тѣмъ болѣе приходится удивляться геніальной прозорливости греческаго ума, что онъ до многаго доходилъ путемъ свободнаго мышленія на основаніи лишь внимательнаго и вдумчиваго наблюденія природы.

1) Varro, de re rust. I, 12, 2.

2) Рижск. Вѣстн. 1908. № 250. Казанск. Телеграфъ. 1908. № 4706.

Продолжается подписка

на II-й томъ 1916 года журнала:

Вѣстникъ Русской Флоры

подъ редакціей

проф. Н. И. Кузнецова,

Консультанта Министерства Земледѣлія,
Директора Императорскаго Никитскаго Сада.

Изданіе имѣеть основною цѣлью —

способствовать изученію флоры и растительности Россіи

и сопредѣльныхъ странъ, какъ въ цѣляхъ чисто-научныхъ,
такъ и прикладныхъ.

Въ годъ будетъ выходить не менѣ четырехъ выпусковъ изданія, по мѣрѣ накопленія матеріала. Стоимость каждаго выпуска опредѣляется особо.

Подписная цѣна въ годъ — 3 руб.,

черезъ книжные магазины **3 р. 50 коп.**

Для гг. учащихся и для студенческихъ организаціи цѣна въ годъ **2 рубля.** Подписная сумма высылается переводомъ по почтѣ на имя Канцеляріи Императорскаго Никитскаго Сада. Крымъ. Ялта. Оставшееся небольшое количество экземпляровъ I-го тома (1915 г.) можно выписывать изъ канцеляріи Императ. Никитскаго Сада по цѣнѣ 3 р. 50 коп. за томъ (4 выпуска).

Программа изданія: 1) Оригинальныя статьи, касающіяся гл. обр. флоры и ботанической географіи Россіи и сопредѣльныхъ странъ, а также культуръ декоративныхъ и промышленныхъ растений въ Россіи. 2) **Замѣтки читателей.** 3) **Рефераты работъ,** касающихся гл. обр. флоры и ботанической географіи Россіи и сопредѣльныхъ странъ, вопросовъ разведенія и культуры важнѣйшихъ промышленныхъ растений Россіи, а также вообще ботаническихъ работъ русскихъ ученыхъ. 4) **Личныя извѣстія.** 5) **Ботаническія учрежденія и Общества.** 6) **Гербаріи и обмѣнныя учрежденія.** 7) **Ботаническія путешествія.** 8) **Библиографія.**

Объявленія помѣщаются или въ обмѣнъ на объявленія о „Вѣстникѣ“, причемъ должны быть представлены доказательные №№ журнала, помѣстившаго объявленіе, или по слѣдующей цѣнѣ: цѣлая страница — 8 рубл., $\frac{1}{2}$ стр. — 6 рубл., $\frac{1}{4}$ стр. — 4 рубл., $\frac{1}{8}$ стр. — 3 рубл., $\frac{1}{16}$ стр. — 2 рубл. — за одинъ разъ. При повтореніи объявленія до 3-хъ разъ дѣлается скидка въ 25 %.

Отдѣльные оттиски только оригинальныхъ статей изготовляются по желанію авторовъ лишь на ихъ счетъ и высылаются авторамъ наложеннымъ платежемъ.

Рукописи высылаются на имя Директора Импер. Никитскаго Сада проф. Н. И. Кузнецова въ Ялту, Крымъ.

Проф. Н. И. Кузнецовъ.

Основы Ботаники.

По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ
Юрьевскомъ Университетѣ.

Пособіе для слушателей и слушательницъ высшихъ учебныхъ заведеній,
для преподавателей среднихъ учебныхъ заведеній и для самообразованія.

Содержаніе книги :

Томъ I-й. Введеніе. 1. Задачи ботаники. **Часть первая. Основныя понятія изъ области морфологіи растений.** 2. Наружное строеніе растенія. Основныя понятія. Левкой. 3. Нѣкоторые примѣры строенія цвѣтковыхъ растений. 4. Законы наружнаго строенія цвѣтка высшихъ растений. 5. Ученіе о цвѣткѣ, какъ метаморфозированномъ листостебельномъ побѣгѣ. **Часть вторая. Явленія движенія и чувствованія въ растительномъ царствѣ.** 6. Движеніе свободныхъ плавающихъ протопластовъ. 7. Движеніе свободныхъ ползающихъ протопластовъ. 8. Понятіе о клѣткѣ и движеніе плазмы въ клѣткахъ высшихъ растений. 9. Движенія высшихъ растений. Отдѣльные болѣе рѣзкіе примѣры. 10. Общія явленія движенія, свойственныя высшимъ растеніямъ. **Часть третья. Растительная клѣтка и ткани.** 11. Растительная клѣтка. Живыя составныя части клѣтки. 12. Мертвыя включения клѣтки. 13. Клѣточная оболочка. Ея наружное строеніе. 14. Ея химическое строеніе. 15. Продукты метаморфоза растительныхъ клѣтокъ. 16. Растительныя ткани. 17. Сосудисто-волоконистые или проводящія пучки. 18. Процессъ оплодотворенія у водорослей, мховъ и папоротникообразныхъ. 19. Процессъ оплодотворенія у высшихъ цвѣтковыхъ растений.

Томъ II-й. Часть четвертая. Періодъ прорастанія растеній. 20. Сѣмя, его значеніе и строеніе. 21. Условія прорастанія сѣмянъ. 22. Химическіе процессы прорастанія. 23. Прорастаніе сѣмянъ въ темнотѣ и въ безплодной почвѣ. 24. Дыханіе растеній. Приборы для изученія этого процесса. 25. Энергія дыханія и зависимость ея отъ внѣшнихъ условій. **Часть пятая. Періодъ возрастанія растеній.** 26. Общія понятія. 27. Наружное строеніе корня. 28. Питаніе растеній корнями. 29. Водная культура. 30. Анатомическое строеніе корня. 31. Наружное строеніе стебля. 32. Метаморфозы стебля. 33. Анатомическое строеніе стебля. 34. Корневая сила. 35. Передача воды по стеблю. 36. Наружное строеніе листа. 37. Физиологическое значеніе листа и его анатомическое строеніе. 38. Испареніе воды листьями. 39. Усвоеніе углекислоты листьями. 40. Хлорофиллъ и синтезъ крахмала листьями. 41. Усвоеніе азота растеніями. 42. Насѣкомоядныя растенія, паразиты и сапрофиты. 43. Ростъ растенія. **Часть шестая. Періодъ плодоношенія растеній.** 44. Размноженіе низшихъ растеній. Амёбодныя, водоросли и бактеріи. 45. Грибы и лишай. 46. Размноженіе архегоніатныхъ растеній. Мхи и папоротники. 47. Плауны, хвощи и разноспоровыя папоротникообразныя. 48. Голосѣмнныя растенія. 49. Размноженіе цвѣтковыхъ растеній. Строеніе цвѣтка и соцвѣтія. 50. Строеніе плодовъ и соплодій цвѣтковыхъ растеній.

Томъ I-й — съ 245 рисунками, цѣна 1 р. 80 коп.

Томъ II-й — съ 405 рисунками, цѣна 3 рубля.

Складъ изданія въ книжномъ магазинѣ М. Миллистфера.

Юрьевъ, Лифл. Русская ул. д. № 15.

Въ Книжномъ Магази́нѣ М. Милли́стфера

Юрьевъ Лифл., Русская ул. д. № 15

продаются слѣдующія сочиненія:

- Проф. Н. И. Кузнецовъ, Н. А. Бушъ, А. В. Фоминъ. *Flora caucasica critica*. Выходить выпусками въ 5 печатн. листовъ. Цѣна за вып. 50 коп., съ пересылкой 65 коп. Всего вышло изъ печати 42 вып.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Въ дебряхъ Дагестана. Съ картой Дагестана и 38-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 3 рубл.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Нагорный Дагестанъ и значеніе его въ исторіи развитія флоры Кавказа. Съ 4-мя картами. Цѣна 50 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Принципы дѣленія Кавказа на ботанико-географическія провинціи. Съ 2-мя картами. Цѣна 1 р. 85 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Кавказскіе виды рода *Symphytum* и значеніе ихъ въ исторіи развитія флоры Кавказа. Съ 2-мя табл. рис. и съ 2-мя картами. Цѣна 1 р. 35 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. *Symphytum asperum* L. еr еsh. въ Европейской Россіи, съ 1 карт. въ текстѣ. Цѣна 10 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Къ систематикѣ кавказскихъ видовъ рода *Omphalodes* Moench., съ 2-мя табл. рис. и 1 карт. Цѣна 25 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Къ вопросу о происхожденіи нагорно-ксерофитной флоры Кавказа. Систематика рода *Rumdera* Pall. Съ 4-мя табл. рис. и 1 картой. Цѣна 30 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Родъ *Lycopsis* L. и исторія его развитія. Съ 2 табл. рис. и картой. Цѣна 20 к.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Отчетъ о заграничной командировкѣ. I. Прага и Монпелье. Цѣна 15 коп. II. Женева и Берлинъ. Цѣна 15 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. О ботанико-географическихъ изслѣдованіяхъ, совершенныхъ по порученію Импер. Русск. Геогр. Общ. Съ 1 картой. Цѣна 15 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Начало жизни (Актовая рѣчь). Цѣна 15 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Вліяніе лѣса на образованіе источниковъ по изслѣдованіямъ Н. ея. Цѣна 10 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Научная дѣятельность А. Н. Бекетова. Цѣна 15 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Къ вопросу о постановкѣ преподаванія естествознанія въ средне-учебныхъ заведеніяхъ Рижскаго Учебнаго Округа. Цѣна 35 коп.
- Проф. Н. И. Кузнецовъ. Переходъ отъ тайнобрачныхъ къ явнобрачнымъ. Съ 88-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 75 коп.
- А. И. Мальцевъ. Шесть естественно-историческихъ экскурсій въ окрестностяхъ г. Юрьева. Пособіе для ученическихъ и студенческихъ экскурсій. Съ 7-ю рисунками въ текстѣ. Цѣна 15 коп.
- Юбилейный Сборникъ въ честь 25-лѣтія научной дѣятельности профессора Николая Ивановича Кузнецова. Съ 2-мя портретами и 2-мя рисунками въ текстѣ, 1-ой картой, 4-мя таблицами рисунковъ и портретомъ на особой таблицѣ. Цѣна 2 рубл.
- ВѢСТНИКЪ РУССКОЙ ФЛОРЫ**, подъ редакціей проф. Н. И. Кузнецова. Изданіе имѣеть цѣлью способствовать изученію флоры и растительности Россіи съ научной и прикладной цѣлью. Подписная цѣна въ годъ 3 рубля, черезъ книжный магазинъ М. Миллистфера и другіе книжные магазины 3 р. 50 коп. въ годъ. Въ годъ выходитъ не менѣе 4-хъ выпусковъ съ картами, рисунками и проч.

Тамъ-же продаются и другія сочиненія и научныя брошюры проф. Н. И. Кузнецова. Книги и брошюры высылаются почтою наложеннымъ платежемъ. Заказы можно дѣлать простымъ открытымъ письмомъ и исполняются быстро и аккуратно.

Проф. Н. И. Кузнецовъ.

Введение

въ

Систематику Цвѣтковыхъ Растеній.

По лекціямъ, читаннымъ въ Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ. Пособіе для слушателей и слушательницъ высшихъ учебныхъ заведеній и для самообразованія.

Съ 610 рисунками въ текстѣ.

Содержаніе книги: Лекціи: 1. Основы естественной системы растительнаго царства. 2. Переходъ отъ тайнобрачныхъ къ явнобрачнымъ: женское половое поколѣніе. 3. Мужское половое поколѣніе. 4. Бесполое поколѣніе. 5. Филогенетическое родство и происхожденіе важнѣйшихъ группъ архегоніатныхъ и покрытосѣменныхъ растений. 6. Основные принципы филогеніи покрытосѣменныхъ растений и связь ихъ съ растеніями голосѣменными. 7. Казуарины — *Casuarinaceae*. 8. Эфедра, вельвичія и гнетумъ — *Gnetales*. 9. Перечноцвѣтныя — *Piperales*. 10. Ивоцвѣтныя — *Salicales*. 11. Болотная мирта, грецкій орѣхъ и родственные имъ типы — *Myricales*, *Juglandales*, *Julianiales* и *Balanopsidales*. 12. Букоцвѣтныя — *Fagales*. 13. Кропивоцвѣтныя — *Urticales*. 14. Гречишноцвѣтныя — *Polygonales*. 15. Лебеда, гвоздика и родственные имъ типы — *Centrospermae*. 16. Филогенетическая связь простѣйшихъ покрытосѣменныхъ растений (*Monochlamydeae*) съ голосѣменными и постепенная эволюція среди *Monochlamydeae*. 17. Теорія Веттштейна происхожденія цвѣтка покрытосѣменныхъ или автофитныхъ растений. 18. Многоплодниковыя — *Polycarpicae*. 19. Анонцвѣтныя — *Anonales*. 20. Лютикоцвѣтныя — *Ranales*. 21. Макоцвѣтныя — *Rhoeadales*. 22. Беннеттитовыя — *Bennettitales*, простѣйшія ископаемыя голосѣменные. 23. Теорія Арбера и Паркина происхожденія цвѣтка покрытосѣменныхъ или автофитныхъ растений. 24. Однодольныя — *Monocotyledoneae*. 25. Сростнолепестныя двудольныя — *Sympetalae* или *Metachlamydeae*. 26. Свободнолепестныя двудольныя — *Dialypetalae*. 27. Основные принципы новой филогенетической системы цвѣтковыхъ растений.

Цѣна 5 рублей 40 коп.

Продается въ книжныхъ магазинахъ: **М. Миллистер** въ Юрьевѣ Лифл. по Русской улицѣ д. № 15 (складъ изданія), **Киммеля** — въ Ригѣ, **А. С. Суворина** „Новаго Времени“ въ Петроградѣ и Москвѣ, **Н. Я. Оглоблина** въ Петроградѣ и Кіевѣ, **К. Л. Риккера** въ Петроградѣ, „Наука“ и „Агрономъ“ въ Москвѣ, **В. А. Просяниченко** въ Кіевѣ, **Л. Зайфманъ** въ Ново-Александріи, **И. Г. Крюгера** въ Юрьевѣ Лифл., и въ другихъ крупныхъ книжныхъ магазинахъ.

Цѣна 1 руб. 50 коп.