

Д О К Л А Д Ы

АКАДЕМИИ НАУК СССР

НОВАЯ СЕРИЯ

1943

ТОМ XXXVIII

№ 9

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

1. В „Докладах АН“ помещаются краткие сообщения, содержащие наиболее существенные результаты исследований в области математики, естествознания, техники и гуманитарных наук.

Сообщения эти должны излагать законченные, еще не опубликованные результаты научных исследований, имеющие характер новизны — теоретической, практической или методологической.

Статьи, помещаемые в „Доклады“, не исключают последующей публикации тех же материалов в развернутом виде в других изданиях.

В „Докладах“ не помещаются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений.

В „Докладах“ не помещаются статьи полемикаческого характера без новых фактических данных, статьи чисто описательного характера, т. е. излагающие ход работ без сообщения определенного результата.

2. Статьи направляются через действительных членов Академии Наук СССР или непосредственно в редакцию „Докладов“.

3. Статьи принимаются к напечатанию Редакционной коллегией только на основании отзыва действительных членов Академии Наук СССР по специальности.

4. Действительные члены Академии Наук СССР при направлении статей в „Доклады“ для напечатания должны указывать на статьях дату их получения от авторов, а также раздел, в который статья должна войти.

5. Статьи действительных членов Академии Наук СССР и членов-корреспондентов Академии Наук СССР направляются авторами в редакцию „Докладов“ непосредственно.

6. Сообщения о результатах работ, проведенных в учреждениях, должны обязательно иметь направление учреждения.

Настоящий параграф не распространяется на статьи, поступающие от академиков.

7. Каждая статья печатается в двух отдельных изданиях: русском и иностранном (на одном из языков — французском, английском или немецком, по желанию автора). Желательно, чтобы автор вместе с русским текстом статьи представил также перевод ее на один из указанных иностранных языков или, в крайнем случае, тщательно проверенную иностранную терминологию. *Приложение транскрипции фамилий цитируемых иностранных авторов обязательно.*

8. В конце статьи автором должно быть обозначено на русском и иностранном язы-

ках название научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Авторам статей предлагается присылать свои сообщения в наиболее сжатой форме, совместимой с ясностью изложения. В среднем объем статьи с рисунками не должен превышать четырех страниц.

10. Ввиду срочности издания, как правило, корректуры статей авторам не посылаются.

Примечание. В тех случаях, когда корректура автору посылается, допускается лишь исправление ошибок типографии.

Корректра должна возвращаться в Редакцию не позже следующего дня. Неполучение от автора корректуры не приостанавливает печатания статьи.

11. Автор получает бесплатно по 25 отдельных оттисков своей статьи из русского издания и 25 отдельных оттисков из иностранного издания. Отдельные оттиски высылаются автору только при указании им своего полного адреса в конце присланной в редакцию „Докладов“ статьи.

12. Статьи должны быть напечатаны на машинке с двумя интервалами и представлены в двух вполне отчетливых экземплярах без помарок и вставок, на одной стороне листа. Сокращения слов, кроме стандартных, не допускаются.

13. Оба экземпляра должны быть автором тщательно просмотрены, сверены с рукописью и должным образом подготовлены к печати. Статьи должны быть оформлены в отношении расположения материала (заголовки, таблицы, цитируемая литература и т. д.) точно так, как это принято в „Докладах“.

14. Все формулы должны быть вписаны четко и ясно. Особенное внимание следует обращать на аккуратное изображение индексов и показателей степени.

15. Во избежание недоразумений и ошибок следует делать также ясное различие между заглавными и строчными буквами, для чего подчеркивать заглавные буквы снизу двумя черточками (например S). Особенно это касается таких букв, как V и v, S и s, O и o, K и k, U и u и т. п. С этой же целью следует тщательно выписывать такие буквы, как и и п, g и q, I и J, l и e, m и n, V и U и др. Следует также делать различие между O (большим), o (малым) и 0 (нулем), для чего буквы O и o подчеркивать двумя черточками: O и o, а 0 (нуль) оставлять без подчеркивания.

Греческие буквы должны быть подчеркнуты снизу красным карандашом. Готические буквы должны подчеркиваться синим карандашом.

ДОКЛАДЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

акад. А. Е. Арбузов, акад. А. А. Борисяк, акад. С. И. Вавилов (зам. отв. редактора), акад. А. М. Деборин, акад. А. Н. Колмогоров (зам. отв. редактора), акад. Л. А. Орбели (отв. редактор), акад. А. А. Рихтер, акад. С. Л. Соболев, акад. А. Е. Ферсман, акад. А. Н. Фрумкин, акад. В. Г. Хлопин.

НОВАЯ СЕРИЯ

11-й год издания

1943

ТОМ XXXVIII, № 9

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Стр.

- В. Л. Гончаров. О чередовании событий в ряде независимых опытов, от-
вещающем схеме Бернулли 295
- А. А. Попов. Новый метод графо-аналитического интегрирования 298
- Действительный член АН УССР Г. В. Пфейффер. О практическом приме-
нении признаков выделения символическими формами линейных множителей 301

АСТРОНОМИЯ

- Б. Ю. Левин. Газовое и пылевое строение хвостов разных типов 304

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- В. В. Новожилов. К вопросу о решении задач теории тонких оболочек
в усилиях и моментах 307

ФИЗИКА

- М. Корнфельд. Модуль сдвига жидкостей и его зависимость от темпе-
ратуры 312

ГЕОФИЗИКА

- В. Л. Гинзбург. Об аномалиях поляризации сумеречного света 316

ХИМИЯ

- А. Г. Бергман. Простейшие неорганические стекла на базе нитрата кальция 320
- Г. Б. Бокий и Э. Е. Вайнштейн. О природе химической связи в некото-
рых неорганических соединениях 323
- Анна Гельман. К получению этиленовых комплексов платины с четырьмя
различными заместителями во внутренней сфере 327

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Б. Равич и Г. Г. Суринов. Исследования полиморфизма трилаурина . 331

МАТЕМАТИКА

В. Л. ГОНЧАРОВ

О ЧЕРЕДОВАНИИ СОБЫТИЙ В РЯДЕ НЕЗАВИСИМЫХ ОПЫТОВ,
ОТВЕЧАЮЩЕМ СХЕМЕ БЕРНУЛЛИ

(Представлено академиком А. Н. Колмогоровым 17 XII 1942)

Предположим, что производится ряд из n опытов, причем в каждом опыте может появиться или событие A , или противоположное ему событие B . Пусть в любом из опытов вероятность появления A равна p , вероятность появления B равна q ($p + q = 1$; $0 < p, q < 1$).

Если событие A появляется подряд r раз (и не более), то будем говорить о r -членной A -серии; аналогично определяются s -членные B -серии. Обозначим через α_r число r -членных A -серий, через β_s число s -членных B -серий в рассматриваемом ряде опытов. Очевидно,

$$\sum_r r \alpha_r + \sum_s s \beta_s = n.$$

1) Математическое ожидание числа всех A -серий равно

$$p(nq + p) \sim pqn;$$

среднее квадратическое отклонение той же величины равно $\sqrt{pq}$ при $n = 1$, а при $n \geq 2$ равно

$$\sqrt{pq[(n-2)p^2 - (n-3)pq + nq^2]} \sim \sqrt{pq(p^2 - pq + q^2)} \sqrt{n}.$$

Вероятность того, что в ряде n опытов содержится всего m A -серий ($0 \leq m \leq n$), определяется как коэффициент при x^m в многочлене $P_n(x)$, причем многочлены $P_n(x)$ связаны рекуррентной зависимостью

$$P_n(x) = (p + q)P_{n-1}(x) - pq(1 - x)P_{n-2}(x);$$

$$P_0(x) = 1, P_1(x) = q + px.$$

2) Математическое ожидание числа всех A -серий и B -серий (суммарно) равно

$$2npq + (p^2 + q^2) \sim 2pqn;$$

среднее квадратическое отклонение той же величины равно нулю при $n = 1$, а при $n \geq 2$ равно

$$\sqrt{2pq[2(p^2 - pq + q^2)n - (3p^2 - 4pq + 3q^2)]} \sim 2\sqrt{pq(p^2 - pq + q^2)} \sqrt{n}.$$

3) Математическое ожидание числа r -членных A -серий равно p^r при $n = r$, а при $n \geq r$ равно

$$p^r q [(n - r + 1)q + 2p] \sim p^r q n;$$

квадрат среднего квадратического отклонения той же величины равен

$$\begin{cases} p^r(1-p^r) \\ p^r q [(n-r+1)q+2p] \{1-p^r q [(n-r+1)q+2p]\} & \text{при } r+1 \leq n \leq 2r \\ \text{то же} + 2p^{2r}q & \text{при } n = 2r+1 \end{cases}$$

и, наконец, при $n \geq 2r+2$, он равен

$$\begin{aligned} & p^r q \{qn + [2p - (r-1)q]\} + p^{2r} q^2 \{ - [(2r+1)q - 2p]qn + \\ & + [2p^2 - 4(2r+1)pq + (3r^2 - 1)q^2] \} \sim \\ & \sim p^r q^2 \{1 - p^r q [(2r+1)q - 2p]\} n. \end{aligned}$$

4) Математическое ожидание числа r -членных A -серий и B -серий (суммарно) равно

$$\begin{aligned} & s_r \quad \text{при } n=r \\ & K_1 n + K_0 \quad \text{при } n \geq r+1, \end{aligned}$$

где положено

$$\begin{aligned} & s_r = p^r + q^r \quad (r = 1, 2, \dots), \\ & K_1 = pq(s_{r-1} - s_r), \quad K_0 = pq[(r+1)s_r - (r-1)s_{r-1}]; \end{aligned}$$

квадрат среднего квадратического отклонения той же величины равен

$$\begin{aligned} & s_r - s_r^2 && \text{при } n=r \\ & (K_1 n + K_0) - (K_1 n + K_0)^2 && \text{при } r+1 \leq n \leq 2r-1 \\ & \text{то же} + 4p^r q^r && \text{при } n=2r \\ & \text{то же} + 2(pqs_{r-1}s_r + p^r q^r) && \text{при } n=2r+1 \end{aligned}$$

и, наконец, при $n \geq 2r+2$ он равен $M_1 n + M_0 \sim M_1 n$, где положено

$$\begin{aligned} & M_1 = p^2 q^2 \{ - (2r+1)s_{r-1}^2 + 4(r+1)s_{r-1}s_r - (2r+3)s_r^2 \} + \\ & + pq(s_{r-1} - s_r) + 2p^{r+1}q^{r+1}, \\ & M_0 = pq \{ 3(r^2 - 1)pqs_{r-1}^2 + 2[1 - (r+1)(3r+1)pq]s_{r-1}s_r - \\ & - [2 - (r+1)(3r+5)pq]s_r^2 \} + 2p^r q^r - 4rp^{r+1}q^{r+1}. \end{aligned}$$

5) Все перечисленные величины в пределе подчиняются закону Гаусса.

6) Рассмотрим еще длину максимальной A -серии. Вероятность $\rho_m^{(n)}$ того, что число содержащихся в ней членов не превзойдет m , выражается формулой

$$\frac{1 + O(p^m)}{[(1 + qp^{m+1} + O(p^m))^{n+1}] + O(mp^n)}.$$

Отсюда следует, что при $n \rightarrow \infty$ математическое ожидание длины максимальной A -серии асимптотически равно

$$\frac{\lg \frac{n}{1}}{\lg \frac{1}{p}},$$

и что

$$P^{(n)} \left[\frac{\lg n}{\lg \frac{1}{p}} \right] \sim e^{-qp^{\lambda+1-n}},$$

где θ_n обозначает дробную часть числа $\frac{\lg n}{\lg \frac{1}{p}}$.

Таким образом, разность между длиной максимальной A -серии и целой частью числа $\frac{\lg n}{\lg \frac{1}{p}}$ в пределе не подчиняется определенному

закону распределения; дело же обстоит так, что имеется бесконечное множество предельных законов („точек сгущения“). Эти законы, естественно, — ступенчатые, зависят от непрерывно меняющегося параметра и даются формулой

$$F_\alpha(t) = e^{-qp^{\lambda+1-\alpha}} \text{ при } \lambda < t < \lambda + 1; \lambda = \dots - 2, -1, 0, 1, 2, \dots$$

$$[0 \leq \alpha \leq 1; F_1(t) \equiv F_0(t+1)].$$

Как видно, законы $F_\alpha(t)$ не гауссова типа: их можно было бы назвать „дважды-экспоненциальными“.

Все изложенные результаты получаются наиболее просто из рассмотрения производящей функции

$$F \left(\begin{matrix} x_1, x_2, \dots \\ y_1, y_2, \dots \end{matrix} \right) \equiv \sum_{\beta_1, \beta_2, \dots} p_{\beta_1, \beta_2, \dots} x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots y_1^{\beta_1} y_2^{\beta_2} \dots,$$

где $p_{\beta_1, \beta_2, \dots}$ обозначает вероятность того, что в ряде $\sum_r r z_r + \sum_s s \beta_s$ опытов имеется α_1 одночленных A -серий, α_2 двучленных A -серий и т. д., затем β_1 одночленных B -серий, β_2 двучленных B -серий и т. д.

Оказывается, что

$$F \left(\begin{matrix} x_1, x_2, \dots \\ y_1, y_2, \dots \end{matrix} \right) = \frac{\left(1 + \sum_r p^r x_r \right) \left(1 + \sum_s q^s y_s \right)}{1 - \sum_r p^r x_r - \sum_s q^s y_s}.$$

Поступило 17 XII 1942

МАТЕМАТИКА

А. А. ПОПОВ

НОВЫЙ МЕТОД ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ*(Представлено академиком А. Н. Колмогоровым 10 XI 1942)*

§ 1. Основы метода

Если $f(x)$ — функция, заданная в графической форме на участке l , и $\varphi(x)$ — функция, заданная в аналитической форме, причем функция непрерывная и однозначная, то интеграл

$$I = \int_0^l f(x) \varphi(x) dx \quad (1)$$

можно представить в такой форме

$$I = f \int_0^l \varphi(x) dx = f\Omega, \quad (2)$$

где

$$I = \frac{I}{\Omega} = \frac{\int_0^l f(x) \varphi(x) dx}{\int_0^l \varphi(x) dx}, \quad (3)$$

Ω — площадь, ограниченная кривой $\varphi(x)$ и осью абсцисс.

Обозначим через F точку, расположенную над центром тяжести площади Ω на высоте f над осью абсцисс (фиг. 1).

Таким образом, зная положение точки F , которую будем называть особой фокусной точкой, и площадь Ω , легко найти искомый интеграл I .

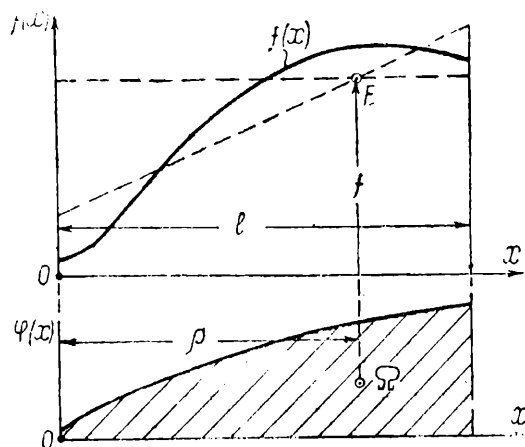
§ 2. Основная теорема

Особая фокусная точка может быть легко найдена чисто графическим путем, базирующимся на основной теореме. Дадим без вывода эту теорему.

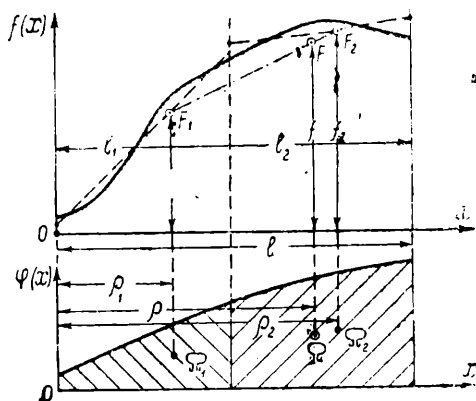
Предположим, что заданная кривая $f(x)$ (фиг. 2) на участках l_1 и l_2 приближенно заменена двумя прямыми, тогда

$$f\Omega = f_1\Omega_1 + f_2\Omega_2, \quad (4)$$

где f_1 —ордината точки F_1 над центром тяжести площади Ω_1 и f_2 —ордината точки F_2 над центром тяжести площади Ω_2 .



Фиг. 1



Фиг. 2

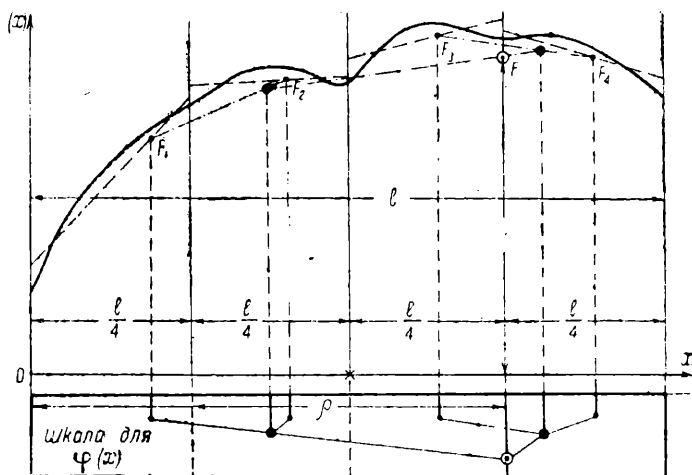
Весьма просто доказать, что точка F лежит на прямой, соединяющей точки F_1 и F_2 .

Вышеизложенное дает возможность легко найти, зная положение центров тяжести заштрихованных площадей, положение точки F , а следовательно, и ординату f .

§ 3. Применение основной теоремы

Дадим на фиг. 3 все операции, связанные с нахождением точки F^* , при разбивке участка l на четыре равных промежутка, в пределах которых кривая $f(x)$ приближенно принимается за прямую.

Для определенной функции $\varphi(x)$ можно заранее вычислить, деля



Фиг. 3

* Разбирается случай, когда $\varphi(x) = x^k$.

Г. В. ПФЕЙФЕР

Действительный член АН УССР

О ПРАКТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ ПРИЗНАКОВ ВЫДЕЛЕНИЯ СИМВОЛИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ЛИНЕЙНЫХ МНОЖИТЕЛЕЙ

Любая символическая форма n -й степени, $n \geq k$ переменных может быть приведена к каноническому виду:

$$\Omega_n \equiv M dx_1 \dots dx_n + \sum_{z_1=1}^{kn} M_{z_1}^{z_1} dx_1 \dots dx_{z_1-1} dz_{z_1} dx_{z_1+1} \dots dx_n + \dots + \sum_{z_1 z_2 z_3}^{kn} M_{z_1 z_2}^{z_1 z_2} dx_1 \dots dx_{z_1-1} dz_{z_1} dx_{z_1+1} \dots dx_{z_2-1} dz_{z_2} dx_{z_2+1} \dots dx_n + \dots, \quad (1)$$

$$M \neq 0.$$

Положим, что форма (1) выделяет линейный множитель

$$\omega \equiv a_1 dz_1 + \dots + a_k dz_k - b_1 dx_1 - \dots - b_n dx_n. \quad (2)$$

Коэффициенты b одновременно в нуль обращаться не могут; существование множителя

$$\tilde{\omega} \equiv a_1 dz_1 + \dots + a_k dz_k \quad (3)$$

в силу тождества

$$\Omega_n \tilde{\omega} \equiv 0 \quad (4)$$

и нетождества

$$M \neq 0 \quad (5)$$

привело бы к невозможным равенствам

$$a_1 = \dots = a_k = 0. \quad (6)$$

Примем, что

$$b_n \neq 0 \quad (7)$$

и

$$\Omega_n \equiv \Omega_{n-1} dx_n + \bar{\Omega}_n \quad (8)$$

(dx_n ни в Ω_{n-1} , ни в $\bar{\Omega}_n$ не входит).

Множитель ω (2) мы могли бы выйти по общеизвестному признаку

$$\Omega_n \omega = 0, \quad (9)$$

приводящему к ряду зависимых соотношений, и по установленному нами ⁽¹⁾ более простому признаку, не дающему лишних соотношений,

$$\Omega_{n-1} \omega \equiv -b_n \Omega_n. \quad (10)$$

Если форме Ω_n принадлежит p множителей

$$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n, \quad p \leq n, \quad (11)$$

то можно предположить, что она выделяет множители

$$\begin{aligned} & \tilde{\omega}_1, \tilde{\omega}_2, \dots, \tilde{\omega}_p \\ & (\tilde{\omega}_i \equiv a_i^j dz_1 + \dots + a_i^k dz_k - b_i^j dx_1 - \dots - b_i^n dx_n), \quad p \leq n, \end{aligned} \quad (12)$$

или—что то же—множитель

$$\tilde{\eta}_1 \tilde{\omega}_1 + \tilde{\eta}_2 \tilde{\omega}_2 + \dots + \tilde{\eta}_r \tilde{\omega}_r \quad (\eta_1, \dots, \eta_r \text{ — произвольные коэффициенты}), \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} b_n^e &\neq 0, & (14_1) \\ b_{n-1}^{e-1} &\neq a, \quad b_n^{e-1} = 0, & (14_2) \\ \dots & & \\ b_{n-c+1}^1 &\neq 0, \quad b_{n-c+2}^1 = 0, \dots, b_n^1 = 0. & (14_c) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Докажем следующую теорему:

Выражения

$$\left. \begin{aligned} \eta_1 \tilde{\omega}_1 + \eta_2 \tilde{\omega}_2 + \dots + \eta_{\rho-1} \tilde{\omega}_{\rho-1}, & \quad (15_1) \\ \eta_1 \tilde{\omega}_1 + \eta_2 \tilde{\omega}_2 + \dots + \eta_{\rho-2} \tilde{\omega}_{\rho-2}, & \quad (15_2) \\ \dots & \quad \dots \\ \eta_1 \tilde{\omega}_1 + \eta_2 \tilde{\omega}_2, & \quad (15_{\rho-2}) \\ \eta_1 \tilde{\omega}_1, & \quad (15_{\rho-1}) \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

являются множителем форм

$$\Omega_{n-1}, \Omega_{n-2}, \dots, \Omega_{n-\tau+2}, \Omega_{n-\tau+1}, \quad (16)$$

определяемых соотношениями

$$\left. \begin{aligned} Q_n &\equiv Q_{n-1} dx_{n-1} + \bar{Q}_n, \\ Q_{n-1} &\equiv Q_{n-2} dx_{n-2} + \bar{Q}_{n-1}, \\ . & \\ Q_{n-\sigma+2} &\equiv Q_{n-\sigma+1} dx_{n-\sigma+1} + \bar{Q}_{n-\sigma+2}. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Формы (16) пишутся непосредственно, разыскивать их не приходится.

В самом деле, выражение (13) — множитель формы Ω_n

$$\Omega_{n-1}(\eta_1 \tilde{\omega}_1 + \dots + \eta_{p-1} \tilde{\omega}_{p-1} + \eta_p \tilde{\omega}_p) \equiv -\eta_p b_n^p \Omega_n, \quad (18)$$

но

$$\Omega_{n-1} \tilde{\omega}_p \equiv -b_n^p \Omega_n, \quad (19)$$

поэтому

$$\Omega_{n-1}(\eta_1 \tilde{\omega}_1 + \dots + \eta_{p-2} \tilde{\omega}_{p-2} + \eta_{p-1} \tilde{\omega}_{p-1}) \equiv 0. \quad (20)$$

Выражение (15) — множитель формы Ω_{n-1}

$$\Omega_{n-2}(\eta_1 \tilde{\omega}_1 + \dots + \eta_{p-2} \tilde{\omega}_{p-2} + \eta_{p-1} \tilde{\omega}_{p-1}) \equiv -\eta_{p-1} b_{n-1}^{p-1} \Omega_{n-1}, \quad (21)$$

но

$$\Omega_{n-2} \tilde{\omega}_{p-1} \equiv -b_{n-1}^{p-1} \Omega_{n-1}, \quad (22)$$

поэтому

$$\Omega_{n-2}(\eta_1 \tilde{\omega}_1 + \dots + \eta_{p-2} \tilde{\omega}_{p-2}) \equiv 0. \quad (23)$$

Выражение (15₂) — множитель формы Ω_{n-2} и т. д.

Равенства (17), сверх того, приводят к положению:

Множитель ω со свойством (14_p) — множитель формы Ω_n , если является множителем коэффициентов в разложении формы Ω_n по произведениям: всех Ω и групп дифференциалов:

$$dx_{n-p+1}, dx_{n-p+2}, \dots, dx_n. \quad (24)$$

Поступило 17 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Г. В. Пфейффер, ДАН, XXXVIII, № 8 (1943).

АСТРОНОМИЯ

Б. Ю. ЛЕВИН

ГАЗОВОЕ И ПЫЛЕВОЕ СТРОЕНИЕ ХВОСТОВ РАЗНЫХ ТИПОВ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 22 XII 1942)

Согласно взглядам проф. С. Б. Орлова (¹), кометные хвосты I типа состоят из газов, а хвосты II и III типов имеют пылевое строение. Газовая природа хвостов I типа, совершенно ясно выявляемая спектроскопически, не подлежит никакому сомнению. Точно так же не вызывает сомнений пылевая природа хвостов III типа, хотя спектрограммы этих хвостов и отсутствуют. Иначе обстоит дело с хвостами II типа.

В механической теории кометных форм показывается, что хвосты II типа являются синдинами, у которых отталкивательные ускорения $1 + \mu$ заключены в пределах от 0,5 до 2,5. Примерно такие же отталкивательные ускорения получены для отдельных облаков CN и C₂, наблюдавшихся в голове кометы Галлея (1910 II). В тех случаях, когда истечения циана можно было проследить на достаточно большом расстоянии от ядра, оказывалось, что они вливаются в хвост II типа. У комет с достаточной интенсивностью Na оно наблюдалось также в хвосте II типа.

Уже на небольшом расстоянии от головы спектр, снятый с объективной призмой, оказывается непрерывным, но зачастую с аномальным распределением энергии. Однако и на спектрограммах хвостов I типа на достаточном расстоянии от головы спектр постепенно становится непрерывным, что, конечно, объясняется взаимным наложением монохроматических изображений хвоста, расширяющегося по мере удаления от головы.

Этому способствует также то, что мы имеем дело не с линейчатыми, а с полосатым спектром. Сравнение спектрограмм одной и той же кометы, снятых с различными призматическими камерами, показало, что при большей дисперсии непрерывный спектр появляется на большем расстоянии от головы. Таким образом, наличие непрерывного спектра у хвостов II типа не только не установлено твердо, но даже является сомнительным.

Решающее значение для выяснения природы хвостов II типа приобретает вопрос о световом давлении, о возможности количественно объяснить наблюдаемые отталкивательные ускорения.

В 1909 г. П. Дебай [P. Debye (²)], применив общую теорию диффракции на шаре, разработанную Г. Ми, дал формулы для светового давления на шарики из любого вещества и произвел расчеты для некоторых конкретных случаев. Пользуясь результатами Дебая для полностью отражающих частиц и учитывая распределение энергии в

солнечном спектре, С. В. Орлов вычислил $1 + \mu$ для частиц разных размеров. Хорошее согласие максимального значения $1 + \mu$, полученного при этом расчете, и максимального значения $1 + \mu$, наблюдаемого в хвостах II типа, рассматривалось как подтверждение их пылевого строения. Однако это согласие не является показательным, ибо использовались данные, относящиеся к идеализированным, полностью отражающим шарикам. Между тем следует ожидать, что пылевые частицы в кометных хвостах имеют каменистое строение, и потому по оптическим свойствам они близки к диэлектрикам.

По данным Дебая мною были вычислены значения $1 + \mu$ для прозрачных (диэлектрических) частиц с показателем преломления $n = 1,5$ и $n = 2$ и для поглощающих (металлических) частиц с $m = 1,57$ ($1 - i$) (см. табл.).

Т а б л и ц а

r в $m\mu$	$1 + \mu$		
	$n = 1,5$ $\delta = 3$	$n = 2$ $\delta = 4$	$m = 1,57$ ($1 - i$) $\delta = 6$
50	1,05	0,3	1,7
100	0,3	1,0	1,5
150	0,5	1,2	—
200	0,5	1,2	—
300	0,5	0,7	—
400	0,4	0,5	—

Плотности частиц δ были приняты равными соответственно 3,4 и 6 г/см³. Распределение энергии в спектре Солнца было взято по Ландбладу [Landblad⁽³⁾] (усредненные данные Аббота и Вильзинга).

Для частиц с $n = 1,5$ максимальное значение $1 + \mu = 0,5$. Даже для частиц с $n = 2$ оно составляет всего 1,2, т. е. заметно меньше, чем наблюдаемое в хвостах II типа. В то же время известно, что минералы, составляющие большую часть земных горных пород и метеоритов, имеют показатели преломления около 1,5—1,6. Таким образом, световое давление на каменистые пылевые частицы может прекрасно объяснить отталкивательные ускорения $1 + \mu < 0,5 - 0,7$, обычные для хвостов III типа, но не может объяснить ускорения до $1 + \mu = 2,5$, наблюдаемые в хвостах II типа. Малые поглощающие частицы также едва ли могут испытывать столь большие отталкивательные ускорения, так как они обладают большей плотностью, чем каменистые частицы. К тому же предположение о распаде кометного ядра на металлическую пыль является абсолютно неприемлемым.

Не следует, однако, думать, что частицы с $1 + \mu > 1$ никогда не наблюдаются в хвостах III типа. Н. Д. Моисеев⁽⁴⁾ при исследовании главного хвоста кометы 1901 I (синхрона III типа, момент образования — май 2,65 мирового времени) нашел, что на снимке 6 мая на конце хвоста (тогда еще очень короткого) находились частицы с $1 + \mu = 1,72$, а на снимках от 11 и 20 мая с $1 + \mu = 0,77$ и 0,89, соответственно. Очевидно, к этому времени частицы, более отталкиваемые Солнцем, уже успели рассеяться в пространстве.

Что же касается хвостов II типа, то, в согласии со спектроскопическими данными, их следует признать состоящими из газов, а именно, — из тех же газов, что и оболочка головы кометы. Этим самым отбра-

сывается как ненужная гипотеза Бобровникова о перестройке молекул циана в СО и N_2 при их переходе из головы в хвост I типа. Молекулы циана и углерода, когда они имеются в достаточном количестве, образуют хвост II типа, а когда их мало — только оболочки головы кометы, пронизываемые потоками молекул, образующих хвост I типа. Идея о том, что голова и хвост являются образованиями в значительной мере независимыми и накладывающимися одно на другое, высказана впервые Бальде и разделяется Вурмом, который проиллюстрировал это рядом фотографий комет. Как видно из сказанного выше, это справедливо лишь по отношению к хвостам I типа.

Поступило 10 XII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. В. Орлов, Кометы, ОНТИ, 1935 ² P. Debye, Ann. d. Phys., 4, 30, 57 (1909).
³ Handbuch der Astrophys., IV, 26 (1929). ⁴ Н. Д. Монсеев, Астр. Журн., II, № 1, 73 (1925) [цитирую по (1)].

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

В. В. НОВОЖИЛОВ

**К ВОПРОСУ О РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ТОНКИХ ОБОЛОЧЕК
В УСИЛИЯХ И МОМЕНТАХ**

(Представлено академиком Б. Г. Галеркиным 24 VII 1942)

1. Пользуясь гипотезами Кирхгофа и пренебрегая величинами порядка t/R по сравнению с единицами, можно получить следующую совокупность формул общей теории тонких оболочек:

а) Уравнения равновесия элемента оболочки:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B T_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial A S}{\partial \beta} + \frac{\partial A}{\partial \beta} S - \frac{\partial B}{\partial \alpha} T_2 \right\} + \frac{N_1}{R_1} + \bar{X} &= 0 \\ \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B S}{\partial \alpha} + \frac{\partial A T_2}{\partial \beta} - \frac{\partial A}{\partial \beta} T_1 + \frac{\partial B}{\partial \alpha} S \right\} + \frac{N_2}{R_2} + \bar{Y} &= 0 \\ \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B N_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial A N_2}{\partial \beta} \right\} - \frac{T_1}{R_1} - \frac{T_2}{R_2} + \bar{Z} &= 0 \\ \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B M_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial A H}{\partial \beta} + \frac{\partial A}{\partial \beta} H - \frac{\partial B}{\partial \alpha} M_2 \right\} - N_1 &= 0 \\ \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B H}{\partial \alpha} + \frac{\partial A M_2}{\partial \beta} - \frac{\partial A}{\partial \beta} M_1 + \frac{\partial B}{\partial \alpha} H \right\} - N_2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

б) Связь между усилиями, моментами и деформациями срединной поверхности:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \frac{Et}{1-\mu^2} (\varepsilon_1 + \mu \varepsilon_2); \quad T_2 = \frac{Et}{1-\mu^2} (\varepsilon_2 + \mu \varepsilon_1); \quad S = \frac{Et}{2(1+\mu)} \omega \\ M_1 &= D (\kappa_1 + \mu \kappa_2); \quad M_2 = D (\kappa_2 + \mu \kappa_1); \quad H = D (1-\mu) \tau. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

в) Выражения деформаций срединной поверхности через ее перемещения:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{1}{AB} \frac{\partial A}{\partial \beta} v + \frac{w}{R_1}, \quad \kappa_1 = \frac{1}{A} \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} + \frac{1}{AB} \frac{\partial A}{\partial \beta} \psi, \\ \varepsilon_2 &= \frac{1}{B} \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{1}{AB} \frac{\partial B}{\partial \alpha} u + \frac{w}{R_2}, \quad \kappa_2 = \frac{1}{B} \frac{\partial \psi}{\partial \beta} + \frac{1}{AB} \frac{\partial B}{\partial \alpha} \psi, \\ \omega &= \frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{u}{A} \right) + \frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{v}{B} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{1}{2} \left\{ \frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{\vartheta}{A} \right) + \frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{\psi}{B} \right) - \frac{1}{BR_1} \left(\frac{\partial u}{\partial \beta} - \frac{1}{A} \frac{\partial B}{\partial \alpha} v \right) - \right. \\ \left. - \frac{1}{AR_2} \left(\frac{\partial v}{\partial \alpha} - \frac{1}{B} \frac{\partial A}{\partial \beta} u \right) \right\}, \\ \vartheta = -\frac{1}{A} \frac{\partial w}{\partial \alpha} + \frac{u}{R_1}, \quad \psi = -\frac{1}{B} \frac{\partial w}{\partial \beta} + \frac{v}{R_2}. \quad (3)$$

Следует особо остановиться на любопытной истории вопроса о деформации кручения срединной поверхности τ . В своей основной работе по теории оболочек ⁽¹⁾, которая по изложению вопроса отличается от курса ⁽²⁾, А. Ляв (Love) дал для кручения ту формулу, которая выше была приведена, упрекнув при этом своего предшественника Арона [Aron ⁽³⁾] за то, что его формула не обладала симметрией относительно u и v . Впоследствии ⁽²⁾ А. Ляв, без каких-либо оговорок, пренебрег в данной формуле некоторыми несущественными, вообще говоря, членами, нарушив при этом, однако, ее симметрию.

В результате он получил [со стороны Н. Кильчевского ⁽⁴⁾ и А. Гольденвейзера ⁽⁵⁾] буквально тот же упрек, который он сам в свое время адресовал Арону. При этом Гольденвейзер аргументировал против Лява той самой формулой, которой около пятидесяти лет назад Ляв аргументировал против Арона.

2. Заметим, что в формуле для τ подчеркнутые члены обычно несущественны и могут быть отброшены. При этом для кручения получается следующее упрощенное выражение

$$2\tau = \frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{\psi}{B} \right) + \frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{\vartheta}{A} \right), \quad (4)$$

которое впервые было дано, повидимому, Э. Трефтом [Trefftz ⁽⁶⁾].

Если определить τ именно формулой (4), то система уравнений (1), после подстановки в нее (2) с учетом выражений (3), может быть написана следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \frac{Et}{1-\mu^2} \left\{ \frac{1}{A} \frac{\partial \Omega}{\partial \alpha} - \frac{1-\mu}{2B} \frac{\partial \Theta}{\partial \beta} + (1-\mu) \frac{\vartheta}{R_1} \right\} + \frac{N_1}{R_1} + \bar{X} &= 0 \\ \frac{Et}{1-\mu^2} \left\{ \frac{1}{B} \frac{\partial \Omega}{\partial \beta} + \frac{1-\mu}{2A} \frac{\partial \Theta}{\partial \alpha} + (1-\mu) \frac{\psi}{R_1} \right\} + \frac{N_2}{R_2} + \bar{Y} &= 0 \\ \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial BN_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial AN_2}{\partial \beta} \right\} - \frac{T_1}{R_1} - \frac{T_2}{R_2} + \bar{Z} &= 0 \\ D \left\{ \frac{1}{A} \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} - \frac{1-\mu}{2B} \frac{\partial \Psi}{\partial \beta} + (1-\mu) \frac{\vartheta}{R_1 R_2} \right\} - N_1 &= 0 \\ D \left\{ \frac{1}{B} \frac{\partial \Phi}{\partial \beta} + \frac{1-\mu}{2A} \frac{\partial \Psi}{\partial \alpha} + (1-\mu) \frac{\psi}{R_1 R_2} \right\} - N_2 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где введены обозначения:

$$\Omega = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial Bu}{\partial \alpha} + \frac{\partial Av}{\partial \beta} \right\} + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) w$$

$$\Theta = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial Bv}{\partial \alpha} - \frac{\partial Au}{\partial \beta} \right\}$$

$$\Phi = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B\psi}{\partial \alpha} + \frac{\partial A\psi}{\partial \beta} \right\}$$

$$\Psi = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial B\psi}{\partial \alpha} - \frac{\partial A\psi}{\partial \beta} \right\}.$$

К данному виду уравнения теории тонких оболочек были впервые преобразованы (применительно к частному случаю сферической оболочки) В. Соколовским (7).

3. Использование уравнений теории оболочек именно в таком виде во многих случаях оказывается целесообразным и позволяет просто получить некоторые интересные результаты.

Так, применяя (5) к сферической оболочке и исключая затем N_1 и N_2 из системы, путем подстановки их сначала из двух первых уравнений в третье, а затем из двух последних уравнений в третье, можно немедленно свести расчет сферической оболочки к решению системы всего из двух уравнений с двумя неизвестными (Ω и Φ).

Данная вспомогательная система была выведена впервые иным путем Ю. Репманом (8), который, однако, воспользовался неудачными криволинейными координатами, затемнившими многие возможности; кроме того, в одном месте вывода он ошибся в знаке, что в конечном счете повлекло за собой ошибку и в окончательных уравнениях.

Далее, системой (5) можно с успехом воспользоваться [в совокупности с уравнениями (1)] для вывода вспомогательных уравнений теории симметричной деформации оболочки тела вращения постоянной толщины. Преимущества такого вывода перед обычным будут заключаться в том, что свободный член во вспомогательных уравнениях получится непосредственно (без каких-либо дополнительных преобразований) в относительно простом виде, тогда как при обычном выводе он получается громоздким, причем, повидимому, до сих пор никто не обратил внимания на имеющиеся возможности его упрощения.

Я не могу в пределах данной краткой заметки подробно остановиться на всех перечисленных полезных следствиях системы (5), но надеюсь, что для сведущего читателя приведенные выше указания будут достаточны.

Ниже рассматривается еще одно применение системы (5)—к вопросу о расчете оболочек в усилиях и моментах.

4. Исходя из системы (5), нетрудно получить три соотношения, присовокупляя которые к уравнениям (1), можно будет решать задачи теории оболочек не только в перемещениях, но также в усилиях и моментах.

Так, из первых двух уравнений системы (5) сразу имеем:

$$\frac{Et}{1-\mu^2} \left\{ \Delta(\Phi) + \frac{1-\mu}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B\Phi}{R_2} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A\Phi}{R_1} \right) \right] + \frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{R_1} N_1 \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{R_2} N_2 \right) \right] + \frac{1}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} (B\bar{X}) + \frac{\partial}{\partial \beta} (A\bar{Y}) \right] \right\} = 0,$$

где символ $\Delta()$ означает операцию:

$$\Delta() = \frac{1}{AB} \left\{ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[\frac{B}{A} \frac{\partial()}{\partial \alpha} \right] + \frac{\partial}{\partial \beta} \left[\frac{A}{B} \frac{\partial()}{\partial \beta} \right] \right\}.$$

Заметив, что

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B\Phi}{R_2} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A\Phi}{R_1} \right) = \frac{x_1}{R_2} + \frac{x_2}{R_1}$$

и учитывая формулы, связывающие усилия и моменты с деформациями срединной поверхности, можем переписать полученную выше формулу в виде:

$$\frac{12}{t^2} \left\{ \frac{1}{R_2} (M_1 - \mu M_2) + \frac{1}{R_1} (M_2 - \mu M_1) \right\} + \Delta(T_1 + T_2) + \frac{1+\mu}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{B}{R_1} N_1 \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{A}{R_2} N_2 \right) \right] + \frac{1+\mu}{AB} \left[\frac{\partial}{\partial \alpha} (B\bar{X}) + \frac{\partial}{\partial \beta} (A\bar{Y}) \right] = 0. \quad (6)$$

Данное соотношение между усилиями и моментами нельзя получить из системы (1), не пользуясь формулами, связывающими усилия и моменты с перемещениями. Ввиду этого его можно рассматривать как одно из условий совместности деформаций. Два других условия дадим в приближенном виде.

Имеющийся опыт в отношении решения задач теории оболочек позволяет утверждать, что в последних двух уравнениях системы (5) ряд членов может быть отброшен при несущественной с практической точки зрения погрешности. Именно, эти уравнения можно писать следующим образом:

$$N_1 = D \frac{1}{A} \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha},$$

$$N_2 = D \frac{1}{B} \frac{\partial \Phi}{\partial \beta}.$$

Применяя данное упрощение к таким оболочкам, как круговая, цилиндрическая и сферическая, нетрудно убедиться в его законности. Отсюда можно надеяться, что оно будет действительно, по крайней мере для достаточно широкого круга задач.

Учитывая связь между Φ и моментами M_1 и M_2 , будем иметь:

$$\left. \begin{aligned} (1+\mu) N_1 &= \frac{1}{A} \frac{\partial (M_1 + M_2)}{\partial \alpha}, \\ (1+\mu) N_2 &= \frac{1}{B} \frac{\partial (M_1 + M_2)}{\partial \beta}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Эти последние соотношения, буквально совпадающие с аналогичными соотношениями теории пластин, можно рассматривать как условия совместности деформации срединной поверхности. В отличие от соотношения (6), которое в точности соответствует основной системе формул (1), (2), (3), (4), соотношения (7) относительно этих формул содержат некоторую дополнительную погрешность. Можно было бы вывести и точные соотношения [в смысле соответствия их формулам (1), (2), (3)], но тогда формулы (7) значительно усложнились бы за счет добавления в них ряда малых членов. Итти на такое усложнение с практической точки зрения нерационально. Рассматривая формулы (6), (7) совместно с уравнениями (1), будем иметь систему из восьми уравнений в частных производных, к решению которой при заданных граничных условиях и сводится расчет оболочки.

Отметим в заключение, что точные выражения для условий совместности деформаций были выведены А. Гольденвейзером (⁵, ⁹).

Поступило 24 VII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. E. H. Love, Phil. Trans. Roy. Soc., v. 179, ser. A (1888). ² A. E. H. Love, A Treatise on the math. theory of elasticity, fourth ed. Cambridge, 1934. ³ H. Aron, Journ. für reine u. ang. Math., Bd. 78 (1874). ⁴ Н. Кильчевский, Прикл. мат. и мех., т. 2, вып. 4 (1939). ⁵ А. Гольденвейзер, Сб. "Пластинки и оболочки" (1939). ⁶ E. Trefftz, Z. a. M. M., v. 15, N. 2 (1935). ⁷ В. Соколовский, ДАН, XVI, № 1 (1937). ⁸ Ю. Репман, Сб. "Пластинки и оболочки" (1939). ⁹ А. Гольденвейзер, Прикл. мат. и мех., т. 4, вып. 2 (1940).

М. КОРНФЕЛЬД

МОДУЛЬ СДВИГА ЖИДКОСТЕЙ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 27 XI 1942)

1. Известно, что жидкости обладают наряду с текучестью также и тангенциальной упругостью. Последняя практически незаметна на фоне текучести в случае медленных деформаций жидкости; наоборот, при достаточно быстрых воздействиях упругость проявляется в полной мере, в то время как текучесть играет лишь подчиненную роль⁽¹⁻³⁾.

Стремясь придать этому факту количественную формулировку, Максвелл⁽⁴⁾ предположил, что деформации сдвига, возникающие в жидкости под действием внешних сил, могут быть представлены в виде суммы вязкой и упругой составляющих:

$$\Delta_{\text{эфф.}} = \Delta_{\text{вязк.}} + \Delta_{\text{упруг.}}$$

Отсюда, полагая, что вязкие деформации подчиняются закону Ньютона, а упругие — закону Гука, непосредственно следует:

$$\frac{d\Delta_{\text{эфф.}}}{dt} = \frac{\sigma}{\eta} + \frac{1}{G} \frac{d\sigma}{dt}, \quad (1)$$

где σ — напряжение, η — вязкость, G — модуль сдвига. Применимость этого соотношения к реальным жидкостям не подвергалась до сих пор экспериментальной проверке. Тем более заманчива возможность существования веществ, подчиняющихся столь простой теоретической схеме. Подобные вещества могли бы явиться удобным объектом при рассмотрении ряда проблем жидкого состояния и, в частности, послужить отправной точкой исследования сложных аморфных тел (полимеров, гелей, глин и т. п.).

2. Уравнение (1) обладает наиболее простым решением при гармоническом режиме воздействия. Положив $\sigma = \sigma_0 e^{i\omega t}$, легко увидеть после интегрирования, что $\Delta = \Delta_0 e^{i(\omega t - \theta)}$, причем:

$$\text{tg } \theta = \frac{G}{\omega \eta}, \quad (2)$$

$$G_{\text{эфф.}} = \frac{\sigma_0}{\Delta_0} = G \cos \theta.$$

Из соотношений (2) следует, что при $\omega \gg \frac{G}{\eta}$ жидкость ведет себя как твердое тело, обладающее гуксовским модулем сдвига G . Наоборот, если $\omega \gg \frac{G}{\eta}$, эффективный модуль сдвига $G_{\text{эфф.}}$ очень мал, и свойства жидкости определяются ньютоновской вязкостью η . При промежуточных частотах мы имеем дело с „упруго-вязким“ телом, механические свойства которого характеризуются временем релаксации, т. е. отношением $\frac{\eta}{G}$, а поведение зависит от частоты воздействия ω .

Опубликованная ранее экспериментальная методика⁽⁵⁾ позволяет измерять эффективный модуль сдвига $G_{\text{эфф.}}$ и угол сдвига фаз между деформацией и напряжением θ . Зная эти две величины, легко найти вязкость и модуль сдвига:

$$\eta = \frac{G_{\text{эфф.}}}{\omega \sin \theta} \quad (3)$$

$$G = \frac{G_{\text{эфф.}}}{\cos \theta}$$

Схему Максвелла можно будет считать справедливой, если окажется, что определенные таким путем η и G не зависят от частоты ω ,

Таблица 1

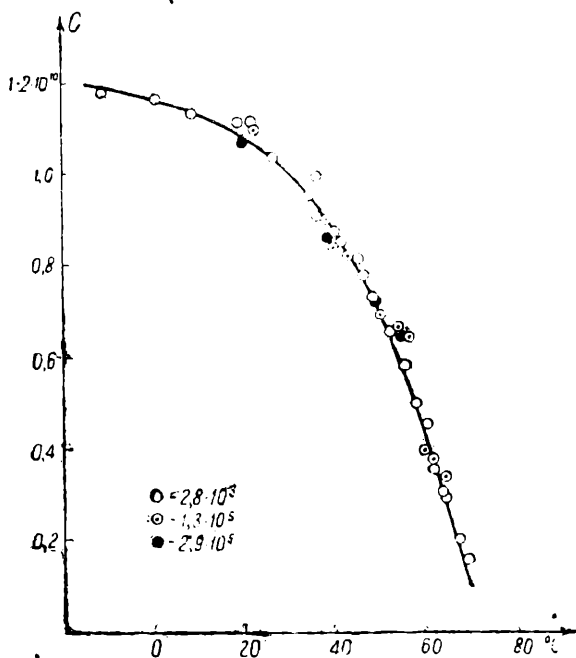
Длина насадки в см	Температура в °C	$G_{\text{эфф.}}$ в 10^{10} дин/см ²	θ	Длина насадки в см	Температура в °C	$G_{\text{эфф.}}$ в 10^{10} дин/см ²	θ
$\nu=2,8 \cdot 10^3$				$\nu=1,3 \cdot 10^5$			
5,7	-6,5	1,17	—	0,087	22,5	1,11	—
	0	1,16	—		38,0	0,89	—
	8,5	1,13	—		40,0	1,84	—
	9,0	1,11	—		43,0	0,82	—
5,2	21,5	1,11	—	0,051	50,0	0,69	—
	26,5	1,03	—		53,0	0,66	—
	35,5	0,99	—		56,5	0,64	—
	40,0	0,87	—		59,0	0,39	0,5
3,35	45,5	0,81	—		61,5	0,37	1,5
	34,5	0,95	—		64,5	0,34	3,0
	36,5	0,90	—	$\nu=2,9 \cdot 10^5$			
	41,0	0,85	—	0,025	19,5	1,07	—
	46,5	0,78	4		39,0	0,85	—
	48,0	0,72	6		48,5	0,72	—
	52,5	0,64	12		55,0	0,64	—
2,05	56,5	0,56	14	Вискозиметр			
	58,0	0,46	20	Температура в °C	η в пуазах	Температура в °C	η в пуазах
	60,0	0,38	26				
	61,5	0,27	44	56,5	1,3 · 10 ⁶	68,5	4,75 · 10 ⁴
	63,5	0,24	36				
	64,0	0,21	44				
	67,0	0,15	40				
	69,0	0,12	38	58,5	1,06 · 10 ⁶	72,5	2,0 · 10 ⁴
				61,0	3,0 · 10 ⁵	—	—
				64,0	1,55 · 10 ⁵	—	—

и если, кроме того, численные значения вязкости совпадут с обычными вискозиметрическими данными.

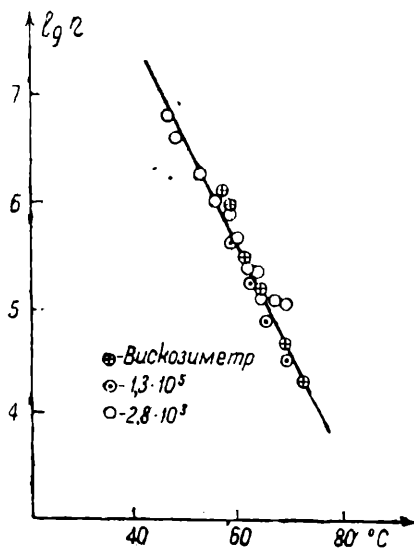
3. В качестве объекта исследования была выбрана канифоль, которая, как показали предварительные опыты⁽⁶⁾, наиболее близка к максвелловской схеме.

Измерения $G_{эфф.}$ и t проводились при частотах $2,8 \cdot 10^3$; $1,3 \cdot 10^5$ и $2,9 \cdot 10^5$ герц в температурном интервале от -5 до $+70^\circ\text{C}$ (см. табл. 1).

На фиг. 1 и 2 нанесены, соответственно, значения модуля сдвига и вязкости, вычисленные из данных таблицы с помощью соотношений (3). На второй из этих фигур указаны, кроме того, значения вязкости, полученные непосредственно, обыкновенным ротационным вискозиметром.



Фиг. 1



Фиг. 2

Результаты опытов, представленные в таком виде, показывают, прежде всего, что в исследованной области частот и температур поведение канифоли достаточно хорошо укладывается в рамки максвелловской схемы. Далее оказывается, что модуль сдвига канифоли существенно образом зависит от температуры, уменьшаясь с повышением последней. Это обстоятельство заставляет внести некоторые коррективы в наши представления о „плавлении“ аморфных тел. До сих пор было принято считать, что модуль сдвига не зависит от температуры, а размягчение аморфных тел при нагревании всецело обусловлено уменьшением вязкости. Тем самым модулю сдвига обычных маловязких жидкостей приписывались значения порядка 10^{10} дин/см² (как и в твердых телах), а время релаксации оценивалось в 10^{-10} — 10^{-12} секунды. Кривая фиг. 1 показывает, однако, что модуль сдвига некоторых жидкостей заведомо меньше 10^{10} дин/см². Естественно заключить отсюда, что эти жидкости будут вести себя как твердые тела при временах воздействия много больших указанного выше вре-

мени релаксации; при этом они окажутся не твердыми, в обычном понимании этого слова, а „мягкими“, подобно резине или желе. Ведущееся в настоящее время, но еще незаконченное исследование ка-нифоли при более высоких температурах (в интервале вязкостей от 10^5 до 10^2 пуаз) подтверждает правильность высказанной точки зрения.

В заключение выражаю признательность акад. П. Л. Капица за предоставление возможности выполнения настоящей работы и неизменный интерес к ней.

Ленинградский физико-технический
институт и Институт физических проблем
Академии Наук СССР

Поступило
27 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ J. C. Maxwell, Proc. Roy. Soc., 148 (1873). ² S. Petralia, Nuovo Cimento, 17, 478 (1940). ³ M. Kornfeld and M. Ryvkin, Journ. of Phys. U. S. S. R., I, 183 (1940). ⁴ J. C. Maxwell, Phil. Trans., 157, 52 (1866). ⁵ М. Корнфельд, ЖЭТФ, вып. 3—4 (1943). ⁶ М. Корнфельд, Известия АН СССР, серия физическая.

В. Л. ГИНЗБУРГ

ОБ АНОМАЛИЯХ ПОЛЯРИЗАЦИИ СУМЕРЕЧНОГО СВЕТА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 22 XII 1942)

В последние годы И. А. Хвостиковым и др. (¹⁻³) были произведены измерения поляризации сумеречного света в зените. При этом оказалось, что зависимость степени поляризации от высоты солнца не является монотонной, а обладает рядом максимумов и минимумов. Положение последних, так же как и другие детали формы кривой, меняются ото дня ко дню; первый глубокий минимум находится, однако, всегда в области 75—100 км*.

Было высказано предположение (¹), что поляризационные аномалии непосредственно связаны с наличием в стратосфере ионизированных слоев, причем уменьшение поляризации света, рассеиваемого такими слоями, обусловлено резким увеличением анизотропии ионов по сравнению с нейтральными частицами. Нам, однако, подобное объяснение кажется неприемлемым. При любых разумных предположениях о строении атмосферы число молекул в см³ на высоте в 100 км оказывается не меньшим, чем 10^{14} (⁵). Если считать, что свойства слоя Хевисайда обусловлены ионами, а не электронами, в чем нет еще полной уверенности, то концентрация ионов оказывается не превосходящей значения $1,5 \cdot 10^{10}$ (⁵, ⁶). Далее, поляризуемость ионов по порядку величины такая же, как и нейтральных частиц (⁷). Отсюда следует, что рассеиваемый ионами слоя *E* свет составляет лишь около 1/10000 всего света, рассеиваемого в этой области и, следовательно, независимо от коэффициента анизотропии ионов, не может привести к наблюдаемым эффектам. Следует также заметить, что нет оснований считать анизотропию ионов существенно большей анизотропии атомов и молекул; анизотропия для ионов может быть как больше, так и меньше анизотропии соответствующей нейтральной частицы [ср., например, анизотропию H_2 и H_2^+ (⁸)]. На высотах ~200—400 км число ионов, концентрация которых не больше ~ 10^{10} , может оказаться сравнимым с общим числом частиц; однако сделан-

* Заданной отрицательной высоте солнца, т. е. его депрессии, соответствует определенная высота слоя атмосферы, рассеивающего основную часть солнечного света (¹, ⁴); эта высота и приводится.

ные выше замечания, наличие поляризационных аномалий на меньших высотах и ряд других причин* заставляют, повидимому, и здесь отказать от упомянутого объяснения в качестве основного.

Таким образом, связать поляризационные аномалии во время сумерек с анизотропией молекул не представляется возможным**. Этот вывод не случаен в том смысле, что для всего комплекса вопросов, связанных с поляризацией свечения неба, анизотропия молекул играет подчиненную роль и не может объяснить наиболее характерных и важных явлений в этой области: присутствия и положения нейтральных точек, распределения поляризации по небесному своду в зависимости от высоты солнца, различных возмущений и вариаций поляризации^(9, 10). Основным фактором, определяющим нормальные поляризационные явления, следует считать многократное рассеяние солнечного света в атмосфере, причем практически обычно достаточно учесть помимо однократного лишь двукратное рассеяние^(9, 11). Большую, и иногда основную, роль играют также рассеяние на крупных частицах в атмосфере (пыль, водяные капли) и отражение солнечного света от земной поверхности. По всем этим причинам, например, поляризация небесного света в зените при высоте солнца $h \sim 0^\circ$, по измерениям Хвостикова и др., не превосходит 70% и часто составляет лишь 40—50%; учет одной лишь анизотропии приводит в этом случае к значению поляризации $p = 91\%$ ⁽¹¹⁾. Поляризация свечения неба во время сумерек исследовалась неоднократно, но, главным образом, для небольших депрессий солнца ($h \sim -5^\circ$). Помимо немонотонности

изменения p в зените [см.⁽⁹⁾, стр. 113], с уменьшением h наблюдается изменение расстояния нейтральных точек Бабине и Араго соответственно от солнца и антисолярной точки⁽⁹⁾. При больших депрессиях солнца положение нейтральных точек определялось Дорно [S. Dogno⁽¹⁰⁾]; с высоты солнца $h = -4^\circ$ точка Араго начинает быстро, иногда скачкообразно, приближаться к зениту, при $h > -6^\circ$ аналогично ведет себя точка Бабине. Дорно⁽¹⁰⁾ приводит случай, когда положение этих точек наблюдалось до значения $h = -11^\circ$ (высота освещенного солнцем в зените слоя ≈ 120 — 140 км), при этом расстояние точек Араго и Бабине от антисолярной точки и, соответственно, солнца составляло 35 и 70° , в то время как при $h = 0^\circ$ эти расстояния примерно равны 18— 20° . Подобное поведение нейтральных точек ясно указывает на все своеобразие поляризационных явлений во время сумерек. Наблюдения Хвостикова, Розенберга и др., относящиеся к зениту, проведены особенно совершенными средствами, позволяющими проследить поляризацию практически вплоть до конца астрономических сумерек. Как ясно из сказанного, эти интересные измерения не могут и не должны рассматриваться изолированно от всей проблемы поляризации свечения неба во время сумерек. При продолжении этих исследований особенно интересно было бы также проследить до конца

* В то время как присутствие в слое F большого числа ионов ($\sim 10^{10}$) ничем непосредственно не подтверждается и лишь не противоречит радионаблюдениям, твердо установлено, что в этой области имеются свободные электроны в количестве до $3 \cdot 10^6$ в см^3 . Электроны рассеивают свет без всякой его деполяризации и при этом в видимой области спектра примерно в 300—400 раз сильнее молекул O_2 и N_2 .

** Точнее, изменение состава атмосферы с высотой (изменение содержания различных газов, диссоциация молекул кислорода, ионы, электроны) и связанное с ним изменение анизотропии может привести к вариации поляризации с высотой, но значительно меньшей наблюдаемой на опыте на высотах ~ 100 км.

сумерек изменение положения нейтральных точек и поляризации под углом 90° к солнечным лучам.

Существующая теория поляризации света неба⁽¹¹⁾ относится непосредственно лишь к случаю положительных высот солнца. Для объяснения нормального хода поляризации во время сумерек естественно попытаться учесть двукратное рассеяние света, принимая во внимание всю специфику этого случая, что еще не сделано*. При этом следует иметь в виду, что во время сумерек могут иметь место перераспределение плотности в атмосфере (пульсирующая атмосфера), изменение градиента плотности**, потоки воздуха и т. д. Подобные динамические процессы должны сказаться на изменении поляризации и интенсивности^(4, 12) рассеиваемого света. Далее, на поляризацию может оказать сильное влияние метеорная пыль, которая быть может присутствует в значительных количествах на высотах $\sim 100\text{—}150$ км⁽⁴⁾. Рассеяние света на крупных частицах, как уже упомянуто, очень резко сказывается на поляризации света неба, так как, с одной стороны, рассеяние на крупных частицах, вообще говоря, сильно деполаризовано и, с другой стороны, весьма интенсивно; например, частица с размерами $\sim 10^{-5}$ см рассеивает свет примерно такой же интенсивности как $10^{17}\text{—}10^{18}$ молекул, так как пока длина волны больше размеров частицы, интенсивность рассеиваемого ею света относится к интенсивности света, рассеиваемого молекулой, по порядку величины как $\left(\frac{V}{v}\right)$, где V — объем частицы и v — объем молекулы ($v \sim \alpha \sim 2 \cdot 10^{-24}$, где α — поляризуемость молекулы).

Поляризационные процессы в течение дня сильно зависят от солнечной деятельности и условий освещения солнцем данного участка земной поверхности⁽⁹⁾. В меньшей степени такого влияния следует ожидать во время сумерек. Поэтому наличие корреляции между поляризацией и состоянием ионосферы⁽²⁾ является вполне естественным, так как состояние ионосферы также определяется солнечной радиацией. Вращение плоскости поляризации на больших высотах, обнаруженное Розенбергом⁽⁸⁾, так же как вращение плоскости поляризации во время солнечного затмения⁽¹⁴⁾, нуждаются в специальном объяснении и дальнейшем экспериментальном исследовании. Заметим, что наблюдавшиеся случаи вращения поляризации относятся к областям вблизи нейтральных точек или, во всяком случае, к областям с малой поляризацией, где особенно велика роль многократного рассеяния и различных вторичных эффектов. Заранее нельзя также отвергнуть возможность того, что наблюдаемое вращение относится к флуоресцентному свечению атмосферы, возбуждаемому как солнечными лучами, так и электронным ударом***^(15, 14). Дело в том, что

* Резкое уменьшение поляризации с высотой, наблюдаемое обычно до высот $\gtrsim 100$ км⁽²⁾, свидетельствует, с этой точки зрения, о повышении роли многократного рассеяния. Одновременно должно наблюдаться увеличение синевы рассеиваемого света, что и наблюдается на опыте⁽¹³⁾.

** Как известно, например, во время сумерек резко меняется градиент концентрации электронов в слое F ⁽⁶⁾; этот процесс может быть не только статическим, но и динамическим, т. е. оказаться связанным с перераспределением плотности атмосферы.

*** Поляризация свечения, возбужденного ударом, отлична от поляризации рассеиваемого света. Кроме того, вращение плоскости поляризации флуоресценции может быть обусловлено влиянием земного магнитного поля и нарушениями нормальных условий освещения (изменение направления солнечных лучей вследствие рефракции и т. п.).

в обоих упомянутых случаях (³, ¹³) роль флуоресценции, вообще небольшая, может оказаться существенной. Впрочем, пока экспериментальных данных в этой области слишком мало, чтобы до их пополнения можно было сделать обоснованные выводы о причинах вращения.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии Наук СССР

Получено
22 XII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. А. Хвостиков и А. Н. Севченко, ДАН, XIII, 4, 347 (1936). ² И. А. Хвостиков, УФН, 19, 183 (1938). ³ В. М. Бовшенев и др., Изв. АН СССР, сер. геофиз., стр. 657 (1940); ДАН, XXXI, стр. 897 (1940). ⁴ Г. В. Розенберг, ДАН, XXXVI, стр. 288 (1942). ⁵ Н. М. Штауде, Фотометрические наблюдения сумерек. Изд. АН СССР, 1936. ⁶ А. Н. Шукин, Физические основы распространения радиоволн в ионосфере, 1940. ⁷ H. Riktor, Elektrot. Nachr. Technik, 10 (1933); Русск. перевод в сборнике „Электрофизика высших слоев атмосферы“, 1934. ⁸ G. Briegleb, Handb. u. Jahrbuch d. chem. Phys., b. 2, 1a, 347 (1940). ⁹ R. Gans u. B. Mrowka, Schriften d. Königsb. Gesellschaft, 12, 1 (1935). ¹⁰ Ch. Yensen, Handb. d. Phys., 19, 105 (1928); Meteorol. ZS., 49, 419 (1932); 53, 125 (1936). ¹¹ C. Dorn, Physik d. Sonnen und Himmelsstrahlung, 67—82, (1919). ¹² Y. Y. Tichanowsky, Phys. ZS., 28, 252, 680 (1927); 29, 442 (1928). ¹³ В. Г. Фесенков, Астр. журнал, 7, в. 2 (1930); А. В. Миронов, Изв. АН СССР, серия геофиз., стр. 843 (1940). ¹⁴ И. А. Хвостиков, Е. Н. Магид и А. А. Шубин, Изв. АН СССР, сер. геофиз., стр. 675 (1940). ¹⁵ W. Cohn, Phys. Rev., 45, 848 (1934). ¹⁶ J. Cabannes et H. Garrique, C. R., 203, 484 (1936). R. Bernard, ZS. f. Phys., 110, 291 (1938).

А. Г. БЕРГМАН

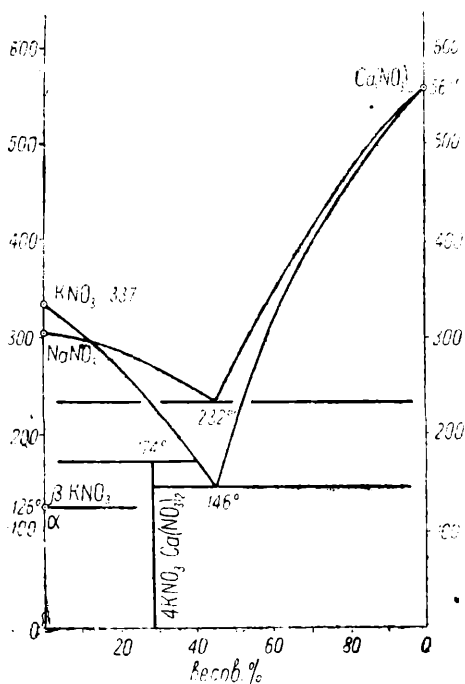
ПРОСТЕЙШИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СТЕКЛА НА БАЗЕ НИТРАТА КАЛЬЦИЯ

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 16 XI 1942)

Нитраты принадлежат к числу солей, отличающихся своей простотой: равновесия с ними в расплавах и растворах устанавливаются очень быстро и четко. Расплавленные нитраты при сравнительно

низких температурах дают наиболее легкоподвижные сплавы. Все это свидетельствует о том, что внутреннее строение кристаллических нитратов, растворов их и расплавов не сложно, что, в частности, автокомплексобразование в них отсутствует.

Тем больший интерес представляет установление в нашей лаборатории А. П. Ростковским (1) образования стекол в системе $\text{KNO}_3\text{—Ca}(\text{NO}_3)_2$, в которой, благодаря возникновению соединения $4\text{KNO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, получают очень низкоплавкие сплавы; эвтектика кристаллизуется при 146° ; состав 54,2% KNO_3 и 45,8% весов. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Переходная точка отвечает 174° и составу 60% KNO_3 и 40% весов. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (фиг. 1). В исследованной нами совместно с П. И. Проценко тройной системе из нитратов кальция, калия и натрия выявлена область образования легко пере-

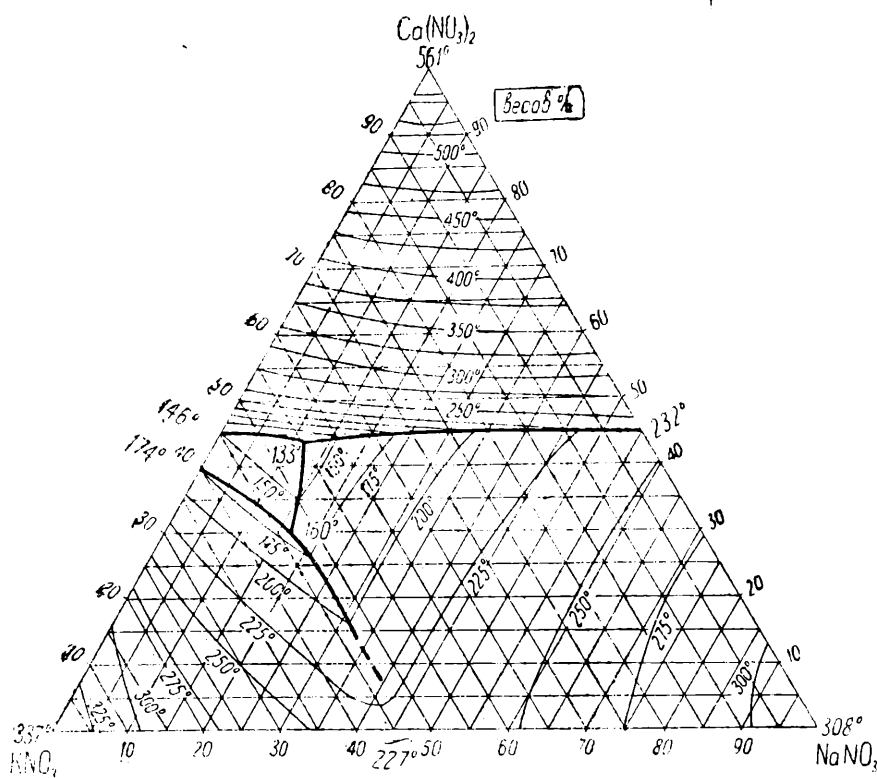


Фиг. 1

ходящих в стекло сплавов, выраженная полем первичной кристаллизации соединения $4\text{KNO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, и прилегающих к нему участков полей компонентов. Эвтектическая кристаллизация снижается до 133° . Тройная переходная точка соответствует 160° и 53,9% KNO_3 , 29,4% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 16,7% весов. NaNO_3 (фиг. 2).

Получающиеся стекла обладают при комнатной температуре устойчивостью в течение нескольких лет; при повышении температуры начинается их кристаллизация. Стекла дают характерный „раковистый“ излом. От обычных стекол их отличает заметная гигро-

скопичность, обусловленная присутствием азотнокислого кальция. В другой боковой системе $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{NaNO}_3$ имеется простая эв-



Фиг. 2

тектика при 232° и 54,9% вес. NaNO_3 (фиг. 1). Соединения между компонентами не образуются.

Характерно, что в системах $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 - \text{KNO}_3$ (2,3) и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 - \text{NaNO}_3$ (3), в которых нет комплексообразования, совершенно не наблюдается ни вязкости, ни склонности к стеклообразованию, равно как и в тройной системе $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 - \text{KNO}_3 - \text{NaNO}_3$, исследованной В. П. Радищевым. В тройной системе $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 - \text{KNO}_3 - \text{NaNO}_3$, по предварительным исследованиям наших сотрудников, хотя и наблюдается несколько большая вязкость, чем в системе с $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, но комплексообразование на поверхности и стеклообразование не могли быть установлены.

Весьма характерно, что в системе с хлористым цинком $\text{ZnCl}_2 - \text{KCl} - \text{NaCl}$ (4) мы наблюдаем явление обратное. Хлористый цинк, плавящийся при 318° , дает вязкие расплавы при введении в него хлоридов калия и натрия, образующих ряд комплексных соединений $2\text{ZnCl}_2 \cdot \text{KCl}$, $2\text{ZnCl}_2 \cdot 3\text{KCl}$, $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$ и $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{NaCl}$, вязкость резко снижается: так, ZnCl_2 при 400° имеет вязкость 1,590 пуаз, а эвтектические смеси от 0,045 до 0,052 пуаз, т. е. в 30 раз меньше.

Очевидно, в этом случае сложные автокомплексы хлористого цинка, дающие вязкие расплавы, переходят в менее сложные по своей молекулярной структуре расплавы из перечисленных выше комплексных соединений хлористого цинка.

Результаты исследования систем $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — KNO_3 — NaNO_3 и ZnCl_2 — KCl — NaCl , показывающие столь противоположные проявления вязкости и отражающие очень наглядно происходящие в расплавах молекулярные перегруппировки, представляют несомненно выдающийся теоретический интерес. Они выдвигают дальнейшие, более углубленные исследования с применением ряда физико-химических свойств: удельный вес, вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение, теплоемкость и др. Обе тройные системы интересны еще и тем, что благодаря низкоплавкости компонентов и особенно сплавов (эвтектика в системе $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — KNO_3 — NaNO_3 — 133° , а в системе ZnCl_2 — KCl — NaCl эвтектики отвечают 202° , 206° и 216°) легко может быть осуществлен переход от водных систем к расплавам, благодаря легкой растворимости солей, особенно ZnCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

При исследовании в водных растворах установлено, что нитрат бария и калия, в отличие от данных в расплавах, образуют инконгруэнтное соединение $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{KNO}_3$ ⁽⁵⁾.

Нитраты кальция и калия в водных растворах вызывают взаимное повышение растворимости. Фровейн [Frowein ⁽⁶⁾], на основании данных исследования Барбоди [Barbaudy ⁽⁷⁾] при 30° и своих данных при 0° и 20° , высказал предположение об образовании в растворе двойной соли.

Исследование удельного веса и вязкости системы $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — KNO_3 выполнено Е. Р. Нацвлишвили и А. Г. Бергманом в интервале от 430° до начала кристаллизации, а в области переохлаждающихся сплавов и ниже кривой кристаллизации (135°) В. Д. Поляковым для KNO_3 — NaNO_3 ⁽⁸⁾. Электропроводность в расплавах исследована Е. Р. Нацвлишвили и А. Г. Бергманом для систем $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — $(\text{KNO}_3)_2$ и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — NaNO_3 , и А. Г. Бергманом, В. Д. Поляковым и И. М. Чагиным для системы KNO_3 — NaNO_3 ^(8,9).

Исследование вязкости показало, что в системе нитрат кальция—нитрат калия вязкость в области стеклообразования возрастает до чрезвычайно высоких величин, что совершенно не наблюдается в системе $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — NaNO_3 . Кривые электропроводности для расплавов нитратов кальция и калия показывают образование одного минимума, совпадающего с ординатой соединения $4\text{KNO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, с повышением температуры происходит размытие минимумов и сдвиг их в сторону компонента с меньшим значением свойств $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$, что было ранее ⁽⁸⁾ установлено для систем с явным максимумом на диаграмме плавкости; в данном случае было впервые установлено образование минимумов для систем, в диаграмме состав—свойство которых имеется соединение со скрытым максимумом. Исследования наши с сотрудниками в направлении дальнейшей разработки этой проблемы продолжаются.

Поступило 16 XII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

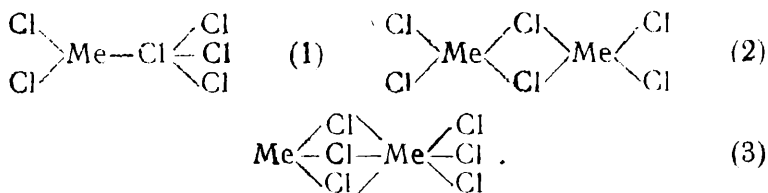
- ¹ А. Н. Ростковский, ЖРХО, **62**, 2055 (1930). ² Harkins, Clark, Journ. Amer. Chem. Soc., **37**, 1816 (1915). ³ А. П. Ростковский, ЖОХ, IV (1934).
- ⁴ И. Н. Никонова, С. П. Павленко, А. Г. Бергман, Известия АН СССР, серия химическая (1941). ⁵ H. W. Foote, Amer. Chem. Journ., **32**, 251 (1904).
- ⁶ Frowein, ZS. f. anorg. allg. Chem., **169**, 336 (1928). ⁷ Barbaudy, Rec. Trav. Phys. Bas., **42**, 638 (1923). ⁸ А. Г. Бергман и И. М. Чагин, Известия АН СССР, серия химическая, вып. 3 (1941). ⁹ В. Д. Поляков, Известия АН СССР, серия химическая, вып. 3 (1941).

Г. Б. БОКИЙ и Э. Е. ВАЙНШТЕЙН

О ПРИРОДЕ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 5 XII 1942)

§ 1. К настоящему времени можно назвать еще целые классы химических соединений, которые не находят себе удовлетворительного объяснения на базе классических представлений о валентности, развитых Косселем, Льюисом и Сиджвиком. В трактовке природы сил связи в некоторых полимерных галогенидах, сложных окислах, борводородах, карбонильных соединениях и др. еще до сих пор нет ни ясности, ни единообразия, ни даже однозначности. Так, например, следуя Вернеру⁽³⁾, нужно признать одинаково вероятными для галогенидов трехвалентных элементов, по крайней мере, формулы трех видов:



Объективный критерий для написания структурной формулы соединения дает метод рентгеновского анализа.

Из соединений типа $[\text{MeCl}_3]_2$ с особой тщательностью была исследована рентгеновским методом Кетеляром⁽⁶⁾ структура димера $(\text{AlCl}_3)_2$.

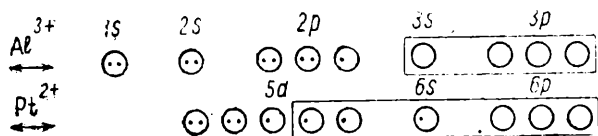
При этом оказалось, что решетка $(\text{AlCl}_3)_2$ — молекулярная. Атомы алюминия в структуре располагаются попарно в октаэдрических пустотах, образованных плотно упакованными атомами хлора. Координационное число для алюминия равно 4: второй атом Al и 3Cl. Форма координационного многогранника — несколько искаженный тетраэдр. Расстояние Cl—Cl в тетраэдре приблизительно соответствует сумме ионных радиусов хлора, расстояние же Al—Al равно 0,64 Å. Оно в четыре с лишним раза меньше суммы атомных радиусов Al (2,84 Å) и почти вдвое менее суммы ионных ($2\text{Al}^{++} = 1,14 \text{ Å}$). Расстояние 0,64 Å тем более поразительно, что если бы оно являлось следствием сближения трижды заряженных ионов Al^{3+} , то трудно было бы представить себе те силы, которые могли быть противопостав-

лены сильнейшему электростатическому отталкиванию ионов алюминия. Указанные особенности $[\text{AlCl}_3]_2$ находятся в резком противоречии с тем, чего следовало бы ожидать, исходя из гипотетических структур этого соединения, к которым приводит концепция Вернера.

Вторым примером аномальной близости металлических атомов в структурах можно считать изученную недавно Бокием, Усиковым и Трусевичем⁽¹⁾ структуру синтезированного А. Д. Гельманом⁽⁴⁾ соединения $\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2\text{—cis}$. В этом соединении, оказавшемся по кристаллохимическим данным димером, расстояние Pt—Pt , равное 1,4 Å, также меньше суммы атомных радиусов (2,75 Å) и ионных для двухвалентной платины (1,6 Å) и лишь слегка превышает сумму ионных радиусов для четырехвалентной (1,32 Å). Координационное число у платины в этом соединении равно 6, что характерно, вообще говоря, для четырехвалентной платины. Форма координационного многогранника — несколько искаженный октаэдр. Ближайшими соседями платины в структуре оказываются второй атом платины, аммиак, два атома хлора и два атома углерода.

В разобранных соединениях алюминия и платины аномально малые расстояния между металлами наводят на мысль о наличии между ними химической связи. В обоих соединениях все наружные валентные электроны уже использованы для образования мономеров и, следовательно, к участию в образовании связи между металлическими атомами нужно привлечь другие электроны.

§ 2. Паулингу⁽⁹⁾ удалось установить удовлетворительное соответствие между стереохимическими особенностями структуры соединений и симметрией волновых функций электронов, осуществляющих связь. Так, если волновые функции электронов, вовлеченных в образование связи, суть d^2sp^3 , то структура осуществляющегося соединения — октаэдр; если число d функций равно 4, то шестерная ориентация осуществляется в виде тригональной призмы; если эти функции суть d^3s или sp^3 — образуется тетраэдр; наконец, совокупности функций dsp^2 соответствует квадрат. Обширный экспериментальный материал подтверждает сказанное, так что можно допустить справедливость и обратного заключения. Допущение о существовании в разбиравшихся ранее соединениях $[\text{AlCl}_3]_2$ и $[\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2]_2$ химической связи между металлическими атомами (будем называть ее „интравалентной“ или „диметаллической“), осуществляющейся за счет вовлечения в связь более глубоко лежащих электронов, приводит к схеме (фиг. 1), позволяющей объяснить многие особенности



Фиг. 1

строения и свойства таких соединений. Указанная схема представляет распределение электронов по энергетическим группам в алюминии и платине в соединениях $[\text{AlCl}_3]_2$ и $[\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2]_2$. „Орбиты“, на которых осуществляется связь Al и Pt соответственно с соседними атомами, заключены на схемах в прямоугольные рамки.

§ 3. Предложенная схема взаимодействия металлических атомов друг с другом в соединениях $[\text{AlCl}_3]_2$ и $[\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2]_2$ позволяет понять целый ряд свойств таких соединений.

а) Вовлечение в связь более глубоко лежащих $2p$ -электронов Al или $5d$ -электронов Pt, приводящая к более интенсивному взаимодействию между двумя металлическими атомами димеров, приводит к уменьшению расстояния между центрами тяжести этих атомов в соединении. Это, очевидное само по себе, обстоятельство может быть в известной мере подкреплено сравнением наблюдаемых аномально малых расстояний Al—Al с квантово-механическими оценками этой величины. Мы пользовались методами Слейтера ⁽¹¹⁾ и Паулинга ⁽¹⁰⁾ и получили для алюминия значение $(\sqrt{r^2})_{\text{Al}} = 0,35\text{\AA}$ вместо $0,32\text{\AA}$, полученного Кетеляром экспериментально, а для платины $0,71\text{\AA}$ вместо $0,7\text{\AA}$.

б) Укажем еще на сходство валентного состояния Al в $[\text{AlCl}_3]_2$ с обычным валентным состоянием кремния, которое было впервые отмечено В. И. Вернадским ⁽²⁾, стр. 37, в алюмосиликатах.

Аналогичного валентного состояния следует ожидать и для других элементов III *b* подгруппы, в частности, для бора (например в бороводородах).

в) Дипольный момент мономера AlCl_3 ⁽¹³⁾ приблизительно равен $5,4 \cdot 10^{-18}$ CGSE. Если представить себе, что димер образуется за счет дипольных сил, то дипольный момент димера должен быть, во всяком случае, больше этой величины, так как образование квадруполь вследствие стерических препятствий невозможно. Если же справедлива предложенная схема, то компенсация зарядов должна быть полной, и дипольный момент соединения равен нулю. В действительности ⁽¹²⁾ так оно и есть.

г) Развиваемый здесь взгляд на строение димера $[\text{AlCl}_3]_2$, может быть, позволяет по-иному поставить вопрос о причинах каталитического действия хлористого алюминия $(\text{AlCl}_3)_2$, диссоциирующего на мономеры, обладающие „свободной“ валентностью. Такие мономеры должны быть очень сходны по свойствам с радикалами и потому весьма реакционно способны.

д) А. Гельман ⁽⁴⁾ в 1939 г. сделала попытку объяснить структуру соединения $\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, рассматривая его как мономер. Эта точка зрения, вызвавшая, впрочем, уже серьезные возражения Келлера ⁽⁷⁾, находится в противоречии с рентгено-структурными данными. Трактовка строения $\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ как димера позволяет лучше объяснить сходства химического поведения платины в этом соединении с поведением четырехвалентной платины, подмеченное и экспериментально подтвержденное Гельман и Рябчиковым ⁽⁵⁾. Что же касается сильного транс-влияния группы C_2H_4 , на которое указывает Гельман, то структурное исследование заставляет считать механизм такого влияния неясным и, во всяком случае, отличным от соответствующего влияния кислых групп.

§ 4. „Диметаллическую“ связь можно иногда отождествить с обычной ковалентной связью между двумя сближенными металлическими атомами, как например, в случае каломели, диамагнетизм кристаллов которой также согласуется с представлением о наличии связи между атомами ртути. Применительно к соединениям типа Al_2Cl_6 , тоже диамагнитным, не кажется невероятным существование двойной связи между металлическими атомами.

Во всех случаях, когда введение диметаллической связи может оказаться целесообразным, решающую роль должны играть измерения межатомных расстояний и оценка стерических соотношений. Так экспериментально наблюдаемое малое расстояние между металлами в структурах $(\text{AlCl}_3)_2$ и $(\text{PtNH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2)_2$ совершенно не допускает привлечения в качестве промежуточных звеньев связи атомов хлора, как это изображают⁽⁸⁾ на общепринятых схемах строения подобных веществ. Здесь „интраатомная валентность“, связанная с вовлечением во взаимодействие еще большего, чем обычно, объема электронного облака, окружающего атом, становится совершенно необходимой для объяснения стабильности соединения.

Институт общей и неорганической химии
и Лаборатория геохимических проблем
им. акад. В. И. Вернадского
Академии Наук СССР

Поступило
5 XII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Бокний, П. Усиков и Е. Трусевич, Известия АН, сер. хим., № 6 (1942).
- ² В. Н. Вернадский и С. Курбатов, Земные силикаты. ОНГИ (1937).
- ³ Вернер, Новые воззрения в области неорганической химии. ОНТИ (1936).
- ⁴ А. Гельман, ДАН, XXIV, стр. 551 (1939); ДАН, XVI, стр. 319 (1937).
- ⁵ А. Гельман и Д. Рябчиков, ДАН, XXXIII, № 7—8, стр. 464 (1941).
- ⁶ I. Ketelaar, ZS. Krist., (A), 90, 237 (1935).
- ⁷ R. Keller, Chem. Rev., 28, 229 (1941).
- ⁸ G. Morgan and F. H. Burstall, Inorganic Chemistry, стр. 92. (1938).
- ⁹ L. Pauling, Nature of the Chemical Bond (1940).
- ¹⁰ L. Pauling, Proc. Roy. Soc., London, (A), 114, 181, (1927).
- ¹¹ I. Slater, Phys. Rev., 26, 57 (1930).
- ¹² Смайс, Диэлектрическая постоянная и структура молекул (1937).
- ¹³ H. Ulich u. W. Nesbital, ZS. f. angew. Chem., 37, 750 (1931).

АННА ГЕЛЬМАН

К ПОЛУЧЕНИЮ ЭТИЛЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ С ЧЕТЫРЬМЯ РАЗЛИЧНЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ ВО ВНУТРЕННЕЙ СФЕРЕ

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 9 XII 1942)

В предыдущей статье (!) сообщалось, что попытка получить этилен-этилендиамин-хлорид платины с замкнутым циклом окончилась неудачно. Вместо замыкания цикла этилендиамин при наличии во внутренней сфере этилена или бутадиена образует мостик между двумя атомами платины.

Подобный ход реакции не позволил разрешить поставленную первоначально задачу — разделение этилен-этилендиамин-хлорида платины на оптические антиподы.

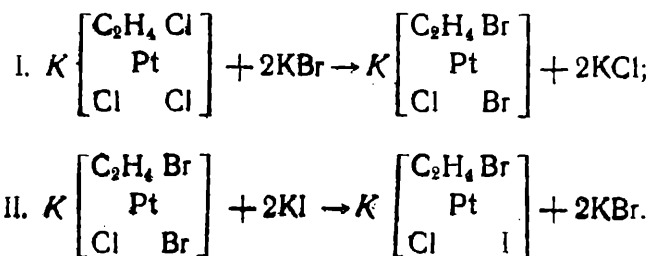
Это заставило нас искать новые пути для получения оптически активных этиленовых комплексов платины.

После ряда новых неудачных попыток получения этилена в катионе, было решено синтезировать комплекс, содержащий в анионе помимо этилена три разных заместителя, т. е.



Анион, построенный таким образом, должен быть оптически активным, если платина в этиленовых соединениях подобна четырехвалентной.

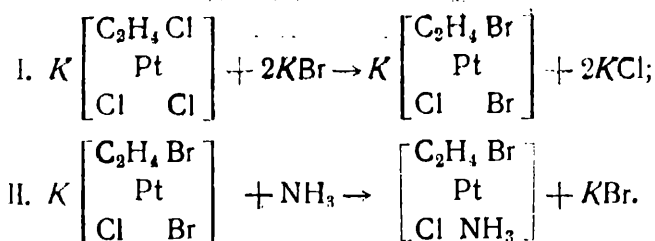
В качестве заместителей проще всего было взять Br и I. Синтез предполагалось провести по следующей схеме:



С этой целью к 3,25 г аммонийной соли Цейзе, растворенной в 100 мл воды, вносилось 2,22 г KBr, взятого из расчета 2 моля на 1 моль соли Цейзе. Раствор доводился до кипения и затем помещался на 3 часа на водяную баню.

На следующий день раствор, хотя и прозрачный, был профильтрован и осторожно осажден аммиаком.

Предполагаемый ход реакций:



Желтый мелкокристаллический осадок, перенесенный на бюхневскую воронку, дважды промывался водой, затем эфиром и отсасывался досуха. Доведенный в эксикаторе до постоянного веса осадок был проанализирован.

Навеска:

0,1036 г дала при прокаливании с H_2SO_4 0,0570 г Pt;

Pt = 55,02%;

0,1145 г H_2SO_4 0,0632 г Pt;

Pt = 55,20%.

Рассчитано для $[\text{NH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl Br Pt}]$ мол. вес 355,60;

Pt = 54,90%.

Навеска:

14,14 мг при сжигании дала CO_2 3,29 мг; C = 6,35%;

13,23 мг CO_2 3,18 мг; C = 6,56%.

Рассчитано для $[\text{NH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl Br Pt}]$; C = 6,74%.

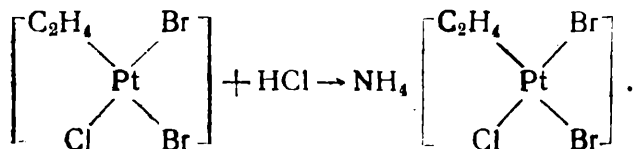
Анализ показывает, что реакции прошли так, как и предполагалось.

Осаждение аммиаком проводилось с двойной целью:

1. Выделить впервые смешанный этилен-аммиак-хлоридо-бромид платины.

2. Получить через него в наиболее чистом виде $\text{NH}_4[\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl Br Cl Pt}]$ для перехода к интересующему нас иодиду.

Для получения иодида хлоридо-бромид $[\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_3\text{Cl Br Pt}]$ прежде всего был переведен в электролит по уравнению:



В 2N-соляной кислоте реакция протекает совершенно гладко. Проба раствора осаждалась аммиаком, и полученный желтый осадок анализировался. Получено Pt = 54,87%; для $\text{NH}_4[\text{Pt C}_2\text{H}_4\text{Cl Br Cl}]$ рассчитано 54,90% Pt. К раствору $\text{NH}_4[\text{Pt C}_2\text{H}_4\text{Cl Br Cl}]$ на холоду прибавлялся по капле водный раствор иодистого натрия, взятого из расчета один моль на моль смешанной соли Цейзе.

Вначале никакого изменения не наблюдалось, а затем начали медленно выделяться пузырьки газа; на поверхности раствора появилась блестящая радужная пленка и, наконец, выпал объемистый коричневый осадок.

По внешнему виду действие иодистого натрия на соль Цейзе напоминает действие тиомочевины на эту соль (?). Подробного исследования коричневого осадка пока не производилось. Реакция внедрения иода во внутреннюю сферу соли Цейзе была повторена 3—4 раза с некоторыми вариациями, но с неизбежным результатом: выделение этилена и осаждение коричневого вещества.

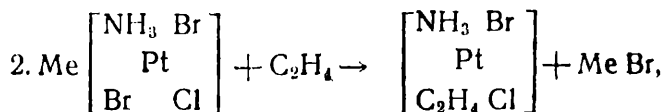
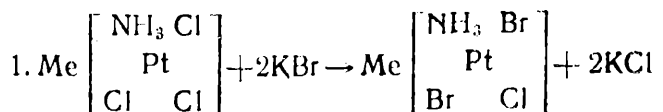
Вывод отсюда можно сделать только один: получение соли Цейзе с тремя различными галогенами (Cl, Br, I) путем поочередного внедрения Cl, Br и I — невозможно; другими словами, синтезировать

анион с этиленом, способный к оптической деятельности, не удалось.

Возникает мысль, что неустойчивость этиленового иодида связана с тем, что иод находится в транс-положении к этилену. Оба заместителя — и этилен и иод — стремятся к образованию ковалентных связей с центральным атомом и оспаривают место около платины на одной и той же ординате.

Получение из соли Цейзе комплекса, содержащего иод и этилен на разных координатах, теоретически невозможно из-за повышенного транс-влияния этилена, лабилизирующего противоположный ему заместитель, направляющего внутрисферные реакции всегда определенным образом. Получение $\text{cis-}[\text{PtC}_2\text{H}_4\text{BrNH}_3\text{Cl}]$. Вышеописанный этилен-аммиак-хлоридо-бромид платины имеет транс-конфигурацию, ибо он генетически связан с солью Цейзе⁽³⁾. Для получения его *cis*-изомера надо исходить из соли Косса⁽³⁾.

Теоретически возможен следующий путь получения *cis*-изомера:



который и удалось осуществить.

Раствор из 2,1 г аммонийной соли Косса + 1,41 г KBr + 100 мл воды слегка подкислялся соляной кислотой и нагревался в течение 5 часов на водяной бане; охлажденный раствор фильтровался и насыщался этиленом.

На следующий день выпали красивые блестящие зеленовато-желтые кристаллы, совершенно однородные под микроскопом. Кристаллы были отфильтрованы, промыты водой, затем эфиром и высушены в эксикаторе до постоянного веса. При анализе их найдено:

Навеска:

0,1148 г дала при прокаливании с H_2SO_4 0,0630 г Pt; Pt = 54,88%;

0,1124 г " " " " H_2SO_4 0,0615 г Pt; Pt = 54,72%.

Рассчитано для $[\text{NH}_3\text{ClC}_2\text{H}_4\text{BrPt}]$ мол. вес 355,60; Pt = 54,90%;
Pt = 6,74%.

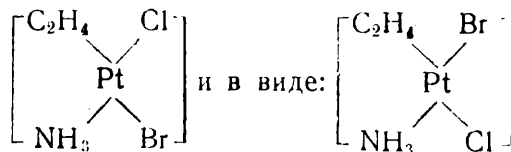
Навеска:

12,05 мг при сжигании дала CO_2 2,03 мг; C = 6,86%;

17,09 мг " " " " CO_2 4,21 мг; C = 6,72%.

В табл. 1 приводятся основные свойства изомерных этилен-аммиак-хлоридо-бромидов платины.

Следует заметить, что *cis*-изомер, в свою очередь, может существовать в двух формах: в виде только что упомянутого:



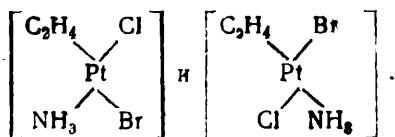
еще не полученного. В дальнейшем надеемся найти путь и к его получению,

Таблица 1

Свойство	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{Pt} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{NH}_3 \quad \text{Br} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{Pt} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{Br} \quad \text{NH}_3 \end{array}$
Внешний вид вещества	Красивые кристаллы призматической формы зеленовато-желтого цвета	Мелкокристаллическое вещество желтого цвета
Оптические константы	$n_g > 1,783$ $n_p = 1,758$	$n_g = 1,783$ $n_p = 1,708$
Отношение к соляной кислоте на холоду	Не растворяется	Растворяется с образованием $\text{NH}_4[\text{Pt C}_2\text{H}_5 \text{Cl Br Cl}]$
Отношение к ляпису *	Вначале сильная опалесценция, затем выпадает осадок Ag Br	Очень слабая опалесценция
Растворимость в воде при 25°C	Растворимость определить не удалось вследствие легкой разлагаемости вещества (выделяется металлическая платина)	
Растворимость в $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при 25°C	. . .	

Выводы

1. Впервые получены пространственные изомеры с четырьмя различными заместителями во внутренней сфере, один из которых этилен:



2. Показано, что получение аниона соли Цейзе с тремя различными галогенами $[\text{Pt C}_2\text{H}_5 \text{Cl Br I}]$ не осуществимо, так как введение мода приводит к вытеснению этилена из комплекса.

3. Исследование продолжается.

Институт общей и неорганической химии
Академии Наук СССР

Поступило
12 XII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Гельман, ДАН, XXXVIII, № 8 (1943). ² А. Гельман, Изв. сект. платины, вып. 14 (1937). ³ И. И. Черняев и А. Д. Гельман, Изв. сект. платины, вып. 15 (1938).

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Б. РАВИЧ и Г. Г. ЦУРИНОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ТРИЛАУРИНА

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 14 XII 1942)

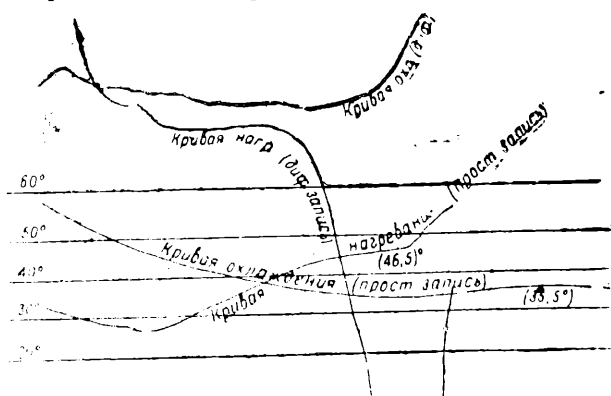
Проблема полиморфизма триглицеридов в своем развитии в весьма большой степени базировалась на исследовании модификации трилаурина. Этот объект изучался Грюном [Grün⁽¹⁾], Отмером [Othmer⁽²⁾], Лоскитом [Loskit⁽³⁾], Джогликар и Ватсоном [Joglikar, Watson⁽⁴⁾], Вейгандом и Грюнтцигом [Weigand, Grüntzig⁽⁵⁾] и Кларксоном и Малкиным [Clarkson, Malkin⁽⁶⁾]. Результаты, полученные этими авторами, сведены в таблице 1.

Таблица 1
Точки плавления полиморфных форм трилаурина

Отмер		Лоскит		Джогликар и Ватсон		Вейганд и Грюнтциг						Кларксон и Майкин			
						I			II						III
I	II	I	II	I	III	A	B	C	A	B	C		β	α	γ
44,3	34	46,4	36,4	46,2	18,0	46,5	46,0	45,0	37,6	37,0	36,0	15	46,4	35,0	15

Как видно из прилагаемой таблицы, до настоящего времени нет единой точки зрения по вопросу о числе модификаций у трилаурина, которое в представлении различных авторов варьирует от 2 до 7. Особый интерес вызвала проверка идей Кларксона и Малкина о том, что низкоплавкая γ модификация (III C, согласно терминологии Вейганда и Грюнтцига) является стеклообразной, и заключения Вейганда и Грюнтцига о наличии ряда промежуточных модификаций никем, кроме упомянутых авторов, не обнаруженных (I B, I C, II A и II B). Необходимо заметить, что дискуссия по вопросу о числе модификаций на страницах ZS f. anorg. Chem. (1939 г.) не дала положительных результатов в связи с тем, что она вылилась, в сущности, в дискуссию о сравнительной надежности различных методов обнаружения полиморфизма, — микроскопического в работах Вейганда и Грюнтцига и термического и рентгенографического — в исследованиях Кларксона и Малкина (микроскопические наблюдения в работах последних авторов играли лишь подсобную роль). Правда, выводы Кларксона и Малкина, в противоположность заключению Вейганда и Грюнтцига, основывались на использовании комплекса методов и представляются, таким образом, более надежными. Тем не менее, вопрос нельзя было

считать окончательно решенным. Действительно, Кларксон и Малкин строили свои классические термограммы на основе одних лишь визуальных наблюдений. Между тем, едва ли возможно полагать, что в этих условиях и при обычной в практике термического анализа скорости охлаждения и нагревания тепловые эффекты плавления и превращения ряда модификаций, притом совершающиеся, по утверждению Вейганда и Грюнтцига, в температурном интервале всего лишь $1,5^\circ$, могли быть фиксированы с необходимой точностью. В силу сказанного, мы полагали существенным обратиться к исследованию вопроса методом фиксации кривых охлаждения и нагревания на регистрирующем пирометре Н. С. Курнакова при использовании дифференциального метода записи и к микроскопическому исследованию модификаций с помощью нагревательного столика*. В условиях весьма медленного понижения температуры, достигаемого просасыванием по каплям жидкого воздуха через охлаждающий змеевик, погруженный в спирт, служащий в свою очередь охлаждающей средой для пробирки с расплавленным трилаурином, — мы получали термограммы, изображенные на фиг. 1.



Фиг. 1. Термограммы трилаурина, полученные при весьма медленном охлаждении расплава до 26°C

Плавная кривая охлаждения 1 получена без перемешивания расплавленного трилаурина и без внесения в расплав кристаллических зародышей. Прямая и дифференциальная запись фиксируют одну лишь остановку при $35,5^\circ\text{C}$, т. е. при температуре, близкой к температуре плавления α -фазы по Кларксону и Малкину ($35,0^\circ\text{C}$). Кривая нагревания вещества, предваритель-

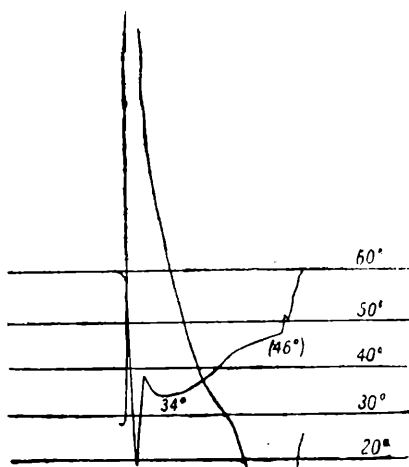
но охлажденного описанным выше способом до температуры 26°C , содержит площадку при $46,5^\circ\text{C}$, что весьма точно совпадает с плавлением β -фазы по Кларксону и Малкину ($46,4^\circ\text{C}$). Легко заключить, что в условиях медленного охлаждения закристаллизованного препарата от $35,0$ до 26°C (или последующего нагревания) произошло превращение $\alpha \rightarrow \beta$ -фазу, плавление которой (β) единственно и фиксировано на кривой нагревания.

В условиях весьма быстрого охлаждения до температуры 20°C (погружением пробирки с расплавом трилаурина в спирт, охлажденный предварительно жидким воздухом до -65°C) мы получили термограммы следующего характера (фиг. 2): кривая охлаждения не содержит каких-либо остановок. Кривая нагревания указывает на явный экзотермический эффект при температуре $34,5^\circ\text{C}$, неоднократно наблюдавшийся нами также при изучении кривых нагревания тристеарина и отвечающий, очевидно, превращению α -фазы вблизи ее температуры плавления. Наконец, термограмма содержит наклонную остановку в температурном интервале $46-47^\circ\text{C}$, отвечающую, очевидно, плавлению β -фазы, быть может, сопровождаемому побочными тепловыми

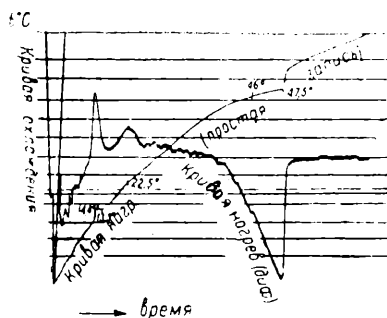
* Микроскопическое исследование выполнялось В. А. Вольновой.

эффектами. Наконец, в условиях весьма быстрого охлаждения расплава трилаурина до температуры -15°C (фиг. 3), мы получаем кривую охлаждения с явной остановкой при температуре 20°C и кривую нагревания, содержащую явно-выраженный экзотермический эффект при температуре порядка 15°C и обычный эффект плавления β -фазы в интервале $46-47,5^{\circ}\text{C}$. Очевидно, в этих условиях мы смогли фиксировать превращение γ -фазы и последующий эффект плавления β -формы.

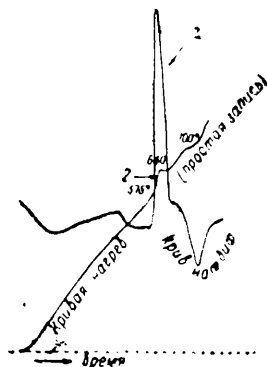
С любезного разрешения проф. А. В. Николаева, мы приводим для сопоставления весьма похожую кривую нагревания боронатро-кальцита (фиг. 4), причем эффект 2 отвечает, согласно исследованиям этого автора, расстекловыванию. Весьма интересно также то, что микроскопический препарат трилаурина, подвергнутый такому же резкому охлаждению, как и расплав трилаурина в пробирке (для чего тонкий слой, содержащийся между покровным и предметным стеклышком, погружался в ртуть, охлажденную предварительно жидким воздухом), в течение ряда дней при его рассмотрении невооруженным глазом в проходящем свете представлялся совершенно прозрачным. Эти данные, казалось бы, могли служить полным подтверж-



Фиг. 2. Термограммы трилаурина, полученные при быстром охлаждении расплава до 20°C



Фиг. 3. Термограммы трилаурина, полученные при быстром охлаждении расплава до -20°C



Фиг. 4. Эффект расстекловывания боронатро-кальцита по А. В. Николаеву

дением взглядов Кларксона и Малкина о стеклообразном состоянии γ -формы. Однако мы должны одновременно также полностью подтвердить наблюдения Вейганда и Грюнтцига о том, что объект представляется кристаллическим при его микроскопическом наблюдении в условиях достаточного увеличения ($\times 200$) и при использовании поляризованного света. В силу этого, нам представлялось вероятнее всего предположение, что здесь имеет место жидкокристаллическое состояние. В этом случае жидкая фаза, естественно,

дает широкое диффузное кольцо на дебаеграммах. При наблюдении же посредством поляризационного микроскопа анизотропия, присущая жидким кристаллам, выявляется с достаточной ясностью*. Переходя к вопросу о числе модификаций, мы считаем возможным придерживаться следующей точки зрения. Несомненно существование γ -формы (жидкокристаллической) с условной температурой плавления 15—20°C. Не вызывает никакого сомнения наличие α -формы (температура плавления порядка 35°C) и β -формы, плавящейся при 46,5°C. Как видно из фиг. 3, при 46°C дифференциальная кривая содержит указания на некоторый, весьма слабый тепловой эффект, что, однако, требует еще дополнительной проверки. При 37 и 37,5°C мы не смогли обнаружить каких-либо тепловых эффектов, и существование модификации в этой области не может быть подтверждено на основе использованных нами методов (во всяком случае, в описанных выше условиях охлаждения расплава трилаурина).

Институт общей и неорганической химии
Академии Наук СССР

Поступило
14 XII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Grün u. Schacht, Ber., 40, 1770 (1907). ² Paul Othmer, ZS. f. anorg. Chem., 91, 209 (1915). ³ K. Loskit, ZS. phys. Chem., 134, 135 (1928). ⁴ R. B. Joglikar and H. E. Watson, Journ. Soc. Chem. Ind., 47, № 365 T (1928). ⁵ C. Weigand u. W. Grüntzig, ZS. f. anorg. allg. Chem., 206, 313 (1932). ⁶ Charles E. Clarkson and Thomas Maikin, Journ. Chem. Soc., 666, London (1934).

* Не исключена, правда, полностью и возможность существования твердых кристаллов среди застывшей стеклообразной массы. При этом первые дают упомянутые выше эффекты при микроскопическом исследовании в поляризованном свете, в то время как последняя проявляется в эффекте расстекловывания и др. Иначе говоря, микроскопически мы уже фиксируем некоторые элементы расстекловывания, оптимум которого лежит около 20°C и проявляется в виде вышеописанного теплового эффекта.

ДОКЛАДЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

акад. А. Е. Арбузов, акад. А. А. Борисяк, акад. С. И. Вавилов
(зам. отв. редактора), акад. А. М. Деборин, акад. А. Н. Колмо-
горов (зам. отв. редактора), акад. Л. А. Орбели (отв. редактор),
акад. А. А. Рихтер, акад. С. Л. Соболев, акад. А. Е. Ферсман,
акад. А. Н. Фрумкин, акад. В. Г. Хлопин.

НОВАЯ СЕРИЯ

11-й год издания

1943

ТОМ XXXVIII

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

	Стр.		Стр.
МАТЕМАТИКА		коэффициентов для ∇ -гомологи- ческой размерности	207
Б. Гагаев. Обобщение одной теоремы Бера	3	В. В. Немыцкий. Качественное интегрирование системы $\frac{dx}{dt} =$ $= Q(x, y); \frac{dy}{dt} = P(x, y)$ в первом приближении	211
Н. А. Шанин. О специальных рас- ширениях топологических про- странств	7	Академик АН УССР Г. В. Пфейф- фер. Упрощенный признак суще- ствования линейных множителей символической формы	255
Л. Люстерник. Кольцо пересече- ний в одном функциональном про- странстве	67	В. Л. Говчаров. О чередовании со- бытий в ряде независимых опы- тов, отвечающем схеме Бернулли	295
В. В. Немыцкий. Приближенное качественное интегрирование си- стемы уравнений $\frac{dx}{dt} = Q(x, y);$ $\frac{dy}{dt} = P(x, y)$	71	А. А. Попов. Новый метод графо- аналитического интегрирования	298
Ю. В. Ливник. Свойство анало- гий* L -рядов Dirichlet и теорема Stegelo $k(V-D)$	115	Академик АН УССР Г. В. Пфейф- фер. О практическом применении признаков выделения символиче- скими формами линейных множи- телей	301
Н. А. Шанин. Об отделимости в топологических пространствах	118		
И. Г. Петровский. О зависимости решения задачи Коши от началь- ных данных	163	АСТРОНОМИЯ	
Н. А. Шанин. К теории бикомпакт- ных расширений топологических пространств	166	Б. Ю. Левин. Выделение газов из ядра кометы и изменения ее аб- солютного блеска	82
В. Шмудьян. О некоторых вопросах функционального анализа	170	Н. Н. Сытинская. Интегральная фото- метрия солнечной короны 21 сен-	
М. Бокштейн. Полная система полей			

тября 1941 г. в различных участках спектра	86
Н. И. Чудовичев. Фотометрическое исследование системы <i>U</i> Стрелы	123
В. Газе. О влиянии поглощения в линиях на определение температуры внутренней короны	215
Б. Ю. Левин. Газовое и пылевое строение хвостов разных типов	304

МЕХАНИКА

Е. Л. Николай. О влиянии трения на движение гироскопа в кардановом подвесе	76
---	----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

В. В. Новожилов. О погрешности одной из гипотез теории оболочек	174
И. Я. Штаерман. Некоторые особые случаи контактной задачи	220
В. В. Новожилов. К вопросу о решении задач теории тонких оболочек в усилиях и моментах	307

АЭРОДИНАМИКА

Л. Е. Калихман. Новый метод расчета турбулентного пограничного слоя и определения точки срыва	180
--	-----

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Г. А. Гринберг. Некоторые теоремы, относящиеся к вычислению потенциалов и зарядов, паводимых на проводниках, внесенных в произвольное внешнее электрическое поле	225
---	-----

ФИЗИКА

Г. А. Гринберг. Основы общей теории фокусирующего действия электростатических и магнитных полей. III. Пространственные траектории при одновременном наличии электростатического и магнитного полей	89
М. Ф. Вукс. Новые экспериментальные данные о структуре линии Рэлея бензола	129
Я. И. Герловин. Структура стекла по инфракрасным спектрам поглощения	136
— Связь между химическим составом и пропусканием стекла в инфракрасной области	186
К. В. Никольский. К теории мезона	190
В. В. Владимирский. О возможности экспериментального определения коэффициента затухания упругих волн дебаевского спектра по наблюдению тонкой структуры линий рэлеевского рассеяния	229

В. А. Амбарцумян, член-корреспондент АН СССР. К вопросу о диффузном отражении света мутной средой	257
С. С. Лаврентьев. Магнитный спектр в инфранизкой частоте	262
М. Корнфельд. Модуль сдвига жидкостей и его зависимость от температуры	312

ГЕОФИЗИКА

Е. С. Кузнецов. К вопросу о распространении света в море	12
В. Л. Гинзбург. О поляризации линий в спектре свечения ночного неба и в спектре полярного сияния	266
— Об аномалиях поляризации сумеречного света	316

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. К. Аркадьев, член-корреспондент АН СССР, и К. М. Поливанов. Простой способ вычисления комплексной проницаемости	17
В. А. Остроумов и В. Н. Лепешинская. Пьезоэлектрический хирургический зонд	93
В. К. Прокофьев. Электроды из древесного угля для качественного и количественного спектрального анализа	232
С. А. Боровик. Портативная спектроскопическая установка для анализа кернов нефтяных скважин	270

БИОФИЗИКА

Л. Н. Гассовский и Н. А. Никольская. Влияние длительности наблюдения на величину порога глубинного зрения	18
---	----

ХИМИЯ

Н. В. Агеев и Е. С. Макаров. Непрерывный переход между дальтонидной и бертоллидной фазами в системе железо—никель—сурьма	23
Х. И. Арешидзе. Облагораживание мирзаанского бензина путем дегидрогенизационного катализа	25
Л. Г. Берг. О влиянии примеси солей на диссоциацию доломита	27
О. Е. Звягинцев. Энергетические коэффициенты кристаллических решеток (ВЭК'и) и строение бинарных металлических сплавов	32
А. М. Рубинштейн и В. Г. Кузнецов. Рентгенографическое исследование нового типа комплексных соединений четырехвалентной платины	96
В. В. Лебединский и М. М. Гурин. О сульфидо-хлоридах иридия	138
Академик С. С. Наметкин и Т. В. Ше-	

- Г. Реметева. О некоторых новых производных 4-фенил-камфоры. . . 142
- Н. А. Власов и А. Г. Бергман. Полимерная тройная системы хлорид натрия — бромид натрия — вода от температуры полного замерзания до $+50^{\circ}$. . . 193

- А. А. Гринберг и Ю. Л. Михелис. Новый способ получения моногидроксопроизводных четырехвалентной платины . . . 235

- И. С. Рассонская и А. Г. Бергман. Диаграмма плавкости тройной системы хлорид — фторид — хромат натрия . . . 238

- А. Гельман. О взаимодействии этилендиамина с солями Цейзе . . . 272

- А. Г. Бергман. Простейшие неорганические стекла на базе нитрата кальция . . . 320

- Г. Б. Бокий и Э. Е. Вайнштейн. О природе химической связи в некоторых неорганических соединениях . . . 323

- А. Гельман. К получению этиленовых комплексов платины с четырьмя различными заместителями во внутренней сфере . . . 327

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Ф. Беляев. О явлении затухания детонации в удлинённых зарядах взрывчатых веществ при усилении инициирования . . . 197

- Г. Б. Равич и Г. Г. Цуринов. Исследования полиморфизма трилаурина . . . 331

БИОХИМИЯ

- Е. А. Бойченко. Условия активности хлоропластов вне клетки . . . 200

ГЕОЛИМИЯ

- Л. М. Миропольский и С. А. Боровик. Результаты спектрального анализа гипса из пермских отложений Татарии . . . 37

- Б. Н. Мелентьев. Быстрый метод определения Al_2O_3 в нефелиновом концентрате . . . 101

ГЕОЛОГИЯ

- А. Г. Вологдин, член-корреспондент АН СССР. О стратиграфической приуроченности марганцевого оруднения Сибири . . . 146

- В. П. Батурия. Новая гранулометрическая шкала для кластических осадков и использование ее при графических построениях . . . 277

МИНЕРАЛОГИЯ

- С. Д. Четвериков. О мончиките из Такоба (Тадж. ССР) . . . 42

БОТАНИКА

- Э. Н. Благовещенский. Водообеспеченность кустарниковых пустынь Средней Азии в связи с вопросами их восстановления . . . 153

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- В. Д. Костенко. Содержание витамина С в культурных и диких растениях высокогорных районов Памира . . . 46

- А. А. Смолин. Опыты по устранению летнего покоя у тау-сагыза . . . 104

ГЕНЕТИКА

- А. А. Прокофьева-Бельговская и М. Л. Бельговский. Изменение кроссоверных свойств хромосомы под влиянием мутации . . . 281

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

- А. Филатова. Бактерицидные свойства фитонцидов . . . 157

- Б. Токин. Влияние фитонцидов на *Protozoa* . . . 241

- А. Коваленок. Механизм действия фитонцидов на *Protozoa* . . . 244

- И. Торопцев. К вопросу о влиянии фитонцидов на организм . . . 285

ОБЩАЯ ПАТОЛОГИЯ

- С. П. Алфеева. Экспериментальный клещевой (весенне-летний) энцефалит птиц . . . 107

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ

- Д. М. Федотов. Формообразования у аксолотлей, развивающиеся под влиянием продуктов гидролиза хряща . . . 52

МИКРОБИОЛОГИЯ

- П. Агатов. Репродукция вируса табачной мозаики из его ацилпроизводных . . . 151

- В. Л. Рыжков и А. М. Вовк. О биологической активности ацил-производных вируса табачной мозаики . . . 247

ЗООЛОГИЯ

- В. А. Попов. Новый показатель возраста *Mustelinae* . . . 289

ЭКОЛОГИЯ

- М. С. Гиляров. Параллелизм в формировании энтомоценозов злаковых

полей в Восточной Европе и Северной Америке 49

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

- Н. Груздева. Цикл развития *Ixodes persulcatus* клеща - переносчика клещевого энцефалита в Приморье 57
- Академик Е. Н. Павловский и А. Ф. Ческис. О чувствительности кур к заражению спирохетами среднеазиатского клещевого возвратного тифа (*Spirochoete sogdianum*) 60
- Академик Е. Н. Павловский и А. Ф. Ческис. О восприимчивости до-

- машней свиньи к заражению спирохетами среднеазиатского возвратного тифа 62
- Н. Груздева. Продолжительность выживания под водой различных стадий и видов клещей-переносчиков клещевого энцефалита в Приморье 110

ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Т. С. Скарбилович. К перестройке систематики трематод семейства *Lecithodendriidae* Odhner, 1911 250

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агатов П. Репродукция вируса табачной мозаики из его ацилпроизводных 151
- Агеев Н. В. и Макаров Е. С. Непрерывный переход между дальтонидной и бертоллидной фазами в системе железо—никель—сурьма 23
- Алфеева С. П. Экспериментальный клещевой (весенне-летний) энцефалит птиц 107
- Амбарцумян В. А. К вопросу о диффузном отражении света мутной средой 257
- Арешидзе Х. И. Облагораживание мирзаанского бензина путем дегадрогенизационного катализа 25
- Аркадьев В. К. и Поливанов К. М. Простой способ вычисления комплексной проницаемости 17
- Батурин В. П. Новая гранулометрическая шкала для кластических осадков и использование ее при графических построениях 277
- Бельговский М. Л.—см. Прокофьева-Бельговская А. А. 281
- Беляев А. Ф. О явлении затухания детонации в удлиненных зарядах взрывчатых веществ при усилении инициирования 197
- Берг Л. Г. О влиянии примеси солей на диссоциацию доломита 27
- Бергман А. Г.—см. Власов Н. А. 198
- см. Рассонская И. С. 238
- Простейшие неорганические стекла на базе нитрата кальция 320
- Благовещенский Э. Н. Водообеспеченность кустарниковых пустынь Средней Азии в связи с вопросами их восстановления 153
- Бойченко Е. А. Условия активности хлоропластов вне клетки 200
- Бокий Г. Б. и Вайнштейн Э. Е. О природе химической связи в некоторых неорганических соединениях 323

- Бокштейн М. Полная система коэффициентов для ∇ -гомологической размерности 207
- Боровик С. А.—см. Миропольский Л. М. 37
- Портативная спектроскопическая установка для анализа кернов нефтяных скважин 270
- Вайнштейн Э. Е.—см. Бокий Г. Б. 323
- Владимирский В. В. О возможности экспериментального определения коэффициента затухания упругих волн дебаевского спектра по наблюдению тонкой структуры линий рэлеевского рассеяния 229
- Власов Н. А. и Бергман А. Г. Полимерная тройная система хлорид натрия—бромид натрия—вода от температуры полного замерзания до $+50^\circ$ 193
- Вовк А. М.—см. Рыжков В. Л. 247
- Вологдин А. Г. О стратиграфической приуроченности марганцевого оруднения Сибири 146
- Вукс М. Ф. Новые экспериментальные данные о структуре линий Рэлея бензола 129
- Гагаев Б. Обобщение одной теоремы Бера
- Газе В. О влиянии поглощения в линиях на определение температуры внутренней короны 215
- Гассовский Л. Н. и Никольская Н. А. Влияние длительности наблюдения на величину порога глубинного зрения 18
- Гельман А. О взаимодействии этилендиамина с солями Цейзе 272
- К получению этиленовых комплексов платины с четырьмя различными заместителями во внутренней сфере 327
- Герловин Я. И. Структура стекла по инфракрасным спектрам поглощения 136

- Связь между химическим составом и пропусканием стекла в инфракрасной области 186
- Гиляров М. С. Параллелизм в формировании энтомоценозов злаковых полей в Восточной Европе и Северной Америке 49
- Гинзбург В. Л. О поляризации линий в спектре свечения ночного неба и в спектре полярного сияния 266
- Об аномалиях поляризации сумеречного света 316
- Гончаров В. Л. О чередовании событий в ряде независимых опытов, отвечающем схеме Бернулли 295
- Гринберг А. А. и Михелис Ю. Л. Новый способ получения монокристаллических четырехвалентной платины 235
- Гринберг Г. А. Основы общей теории фокусирующего действия электростатических и магнитных полей. III. Пространственные траектории при одновременном наличии электростатического и магнитного полей 89
- Некоторые теоремы, относящиеся к вычислению потенциалов и зарядов, наводимых на проводниках, внесенных в произвольное внешнее электрическое поле 225
- Груздева Н. Цикл развития *Ixodes persulcatus* клеща - переносчика клещевого энцефалита в Приморье 57
- Продолжительность выживания под водой различных стадий и видов клещей-переносчиков клещевого энцефалита в Приморье 110
- Гурин М. М. — см. Лебединский В. В.
- Звягинцев О. Е. Энергетические коэффициенты кристаллических решеток (ВЭК) и строение бинарных металлических сплавов 32
- Калихман Л. Е. Новый метод расчета турбулентного пограничного слоя и определения точки срыва 180
- Коваленок А. Механизм действия фитонцидов на *Protozoa* 244
- Корнфельд М. Модуль сдвига жидкостей и его зависимость от температуры 312
- Костенко В. Д. Содержание витамина С в культурных и диких растениях высокогорных районов Памира 46
- Кузнецов В. Г. — см. А. М. Рубинштейн 96
- Кузнецов Е. С. К вопросу о распространении света в море 12
- Лаврентьев С. С. Магнитный спектр в инфранизкой частоте 262
- Лебединский В. В. и Гурин М. М. О сульфато-хлоридах иридия 138
- Левин Б. Ю. Выделение газов из ядра кометы и изменения ее абсолютного блеска 82
- Газовое и пылевое строение хвостов разных типов 304
- Лепешинская В. Н. — см. Остроумов В. А.
- Линник Ю. В. Свойство аналогии Л-рядов Dirichlet и теорема Siegel $ok(V-\bar{D})$ 115
- Люстерник Л. Кольцо пересечений в одном функциональном пространстве 67
- Макаров Е. С. — см. Агеев Н. В.
- Мелентьев Б. Н. Быстрый метод определения Al_2O_3 в нефелиновом концентрате 101
- Мирополюский Л. М. и Боровик С. А. Результаты спектрального анализа гипса из пермских отложений Татарии 37
- Михелис Ю. Л. — см. А. А. Гринберг.
- Наметкин С. С. и Шереметьева Т. В. О некоторых новых производных 4-фенил-камфоры 142
- Немыцкий В. В. Приближенное качественное интегрирование системы уравнений $\frac{dx}{dt} = Q(x, y); \frac{dy}{dt} = P(x, y)$ 71
- Качественное интегрирование системы $\frac{dx}{dt} = Q(x, y); \frac{dy}{dt} = P(x, y)$ в первом приближении 211
- Николай Е. Л. О влиянии трения на движение гироскопа в кардановом подвесе 76
- Никольская Н. А. — см. Гассовский Л. Н.
- Никольский К. В. К теории мезона 190
- Новожилов В. В. О погрешности одной из гипотез теории оболочек 174
- К вопросу о решении задач теории тонких оболочек в усилиях и моментах 307
- Остроумов В. А. и Лепешинская В. Н. Пьезоэлектрический хирургический зонд 93
- Павловский Е. Н. и Ческис А. Ф. О чувствительности кур к заражению спирохетами среднеазиатского клещевого возвратного тифа (*Spirochoete sogdianum*) 60
- Павловский Е. Н. и Ческис А. Ф. О восприимчивости домашней свиньи к заражению спирохетами среднеазиатского возвратного тифа 62
- Петровский И. Г. О зависимости решения задачи Коши от начальных данных 163
- Поливанов К. М. — см. Аркадьев В. К.
- Попов А. А. Новый метод графо-аналитического интегрирования 293
- Попов В. А. Новый показатель возраста *Mustelinae* 289
- Прокофьев В. К. Электроды из древесного угля для качественного и

количественного спектрального анализа	232	тября 1941 года в различных участках спектра	86
Прокофьева-Бельговская А. А. и Бельговский М. Л. Изменение кроссоверных свойств хромосомы под влиянием мутации	281	Токин Б. Влияние фитонцидов на <i>Protozoa</i>	241
Пфейффер Г. В. Упрощенный признак существования линейных множителей символической формы. — О практическом применении признаков выделения символическими формами линейных множителей . .	255 301	Торопцев И. К вопросу о влиянии фитонцидов на организм	285
Равич Г. Б. и Цуринов Г. Г. Исследования полиморфизма трилаурина	331	Федотов Д. М. Формообразования у аксолотлей, развивающиеся под влиянием продуктов гидролиза хряща	52
Рассонская И. С. и Бергман А. Г. Диаграмма плавкости тройной системы хлорид—фторид—хромат натрия	238	Филатова А. Бактерицидные свойства фитонцидов	157
Рубинштейн А. М. и Кузнецов В. Г. Рентгенографическое исследование нового типа комплексных соединений четырехвалентной платины .	96	Цуринов Г. Г. — см. Равич Г. Б. . . .	331
Рыжков В. Л. и Вовк А. М. О биологической активности ацилпроизводных вируса табачной мозаики.	247	Ческис А. Ф. — см. Павловский Е. Н. — см. Павловский Е. Н.	60 62
Скарбилович Т. С. К перестройке систематики трематод семейства <i>Lecithodendriidae</i> Odhner, 1911	250	Четвериков С. Д. О мончиките из Такоба (Тадж. ССР)	42
Смолин А. А. Опыты по устранению летнего покоя у тау-сагыза	104	Чудовичев Н. И. Фотометрическое исследование системы <i>U</i> Стрелы .	123
Сытинская Н. Н. Интегральная фотометрия солнечной короны 21 сентября 1941 года в различных участках спектра		Шанин Н. А. О специальных расширениях топологических пространств	7
		— Об отделимости в топологических пространствах	118
		— К теории бикомпактных расширений топологических пространств	166
		Щереметева Т. В. — см. Наметкин С. С.	142
		Шмульян В. О некоторых вопросах функционального анализа	170
		Штаерман И. Я. Некоторые особые случаи контактной задачи	220

Отв. редактор акад. Л. А. Орбели

Подписано к печати 22. IV. 1943 г.

3 печ. л.

4,5 уч.-изд. л.

ПФ 12688

Тираж 1750 экз.

Заказ № 0335

Тытпо.граф при НКМП ТАССР, Казань, ул. Миславского, 9.

16. Все упоминаемые в статьях величины и единицы измерения должны соответствовать стандартным обозначениям (если таковые имеются) согласно ОСТ ВКС.

17. Цитируемая в статье литература должна даваться автором не в виде подстрочных примечаний, а общим списком в конце статьи, с обозначением в тексте статьи ссылки на цитируемую работу порядковой цифрой.

18. Даваемая в списке литература должна быть оформлена в следующем порядке:

а) для книг должны быть указаны фамилия и инициалы автора; точное и полное название книги, номер тома, главы, место издания и год издания;

б) для журнальных статей должны быть указаны: фамилия и инициалы автора, название журнала, номер тома (подчеркнуть сплошной линией), номер журнала (подчеркнуть волнистой линией), страница и год (последний обязательно в круглых скобках);

в) нельзя в цитированной литературе делать ссылки на литературу не опубликованную или литературу, не вышедшую из печати.

19. Весь иллюстративный материал к статьям представляется отдельно, ни в коем случае не должен приклеиваться к оригиналу, список подписей к фигурам должен быть дан отдельно.

20. На обороте оригиналов фигур должны быть указаны фамилия автора, название статьи и № фигуры.

21. Чертежи должны содержать все необходимые по тексту статьи буквенные обозначения (кривых, отдельных деталей) и не содержать никаких лишних обозначений и надписей. Надписи по возможности должны быть заменены цифрами или буквенными обозначениями, которые должны иметь пояснения в тексте. На абсциссе и ординате графиков должны быть указаны откладываемые величины, их единицы измерения и численные значения.

22. Авторы должны избегать повторения данных таблицы или графика в тексте статей.

23. Места, предназначенные к набору петитом, должны быть отмечены вертикальной чертой на полях.

24. В случае возвращения автору статьи для доработки дата поступления считается с момента получения редакцией окончательного текста.

Адрес редакции: Казань, ул. Баумана, 19 (Дом печати), тел. 38—63

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ОТКРЫТ ПРИЕМ ПОДПИСКИ
на 1943 год
НА ЖУРНАЛЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Наименования журналов	Колич. №№ в год	Подписная цена руб.	
		12 мес.	6 мес.
1. Acta Physicochimica	12	108	54
2. Астрономический журнал	6	36	18
3. Биохимия	6	48	24
4. Ботанический журнал	6	36	18
5. Вестник Академии Наук СССР	12	60	30
6. Доклады Академии Наук на русск. языке	36	90	45
7. Доклады Академии Наук на иностр. языках	36	90	45
8. Журнал общей биологии	6	48	24
9. Журнал общей химии	12	72	36
10. Journal of Physics	6	36	18
11. Журнал прикладной химии	12	96	48
12. Журнал технической физики	12	72	36
13. Журнал экспериментально и теоретической физики	12	96	48
14. Журнал физической химии	12	108	54
15. Записки Всероссийского минералогического общества	4	36	18
16. Зоологический журнал	6	48	24
17. Известия Академии Наук—серия биологическая	6	54	27
18. Известия Государственного географического общества	6	48	24
19. Известия Академии Наук—серия географическая и геофизическая	6	48	24
20. Известия Академии Наук—серия геологическая	6	60	30
21. Известия Академии Наук—серия математическая	6	36	18
22. Известия Академии Наук—Отделение технических наук	12	96	48
23. Известия Академии Наук—Отделение химических наук	6	48	24
24. Известия Академии Наук—серия физическая	6	48	24
25. Математический сборник	6	54	27
26. Микробиология	6	48	24
27. Журнал прикладной математики и механики	6	48	24
28. Природа	6	36	18
29. Почвоведение	10	80	40
30. Советская ботаника	6	48	24
31. Наука и жизнь	12	36	18
32. Успехи химии	6	48	24
33. Успехи современной биологии	6	96	48

ТИРАЖИ ЖУРНАЛОВ ОГРАНИЧЕНЫ

ПОДПИСКА И ДЕНЬГИ за журналы принимаются по адресу: Москва, ул. Горького, д. 22а, контора „АКАДЕМКНИГА“. Расч. сч. № 150376 в Московской город. конторе Госбанка. **ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ ТАКЖЕ В ОТДЕЛЕНИЯХ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“:** Казань, Пионерская, 17; Ленинград, просп. Володарского, 53; Ташкент, Почтовый ящик 90, Пушкинская ул., 17; уполномоченными конторы „АКАДЕМКНИГА“; всеми отделениями „Союзпечати“ и всюду на почте.