2. Кристаллы динитробромбензола $C_6H_3Br(NO_2)_2$ [1.2.4] и изоморфной 50% смѣси $C_6H_3Br(NO_2)_2$ и $C_6H_3Cl(NO_2)_2$ [1.2.4]

А. К. Болдырева.

(*Съ 5 фигурами въ текстѣ*).

(Доложено 19 Марта 1907 года).

Названные кристаллы были переданы мнѣ для кристаллографическаго изученія профессоромъ Н. С. Курнаковымъ, получившимъ ихъ впервые. Гоніометрическое изслѣдованіе 50% смѣси велось мною совмѣстно съ Н. Н. Барабошкинымъ, С. А. Конради и Е. В. Кругомъ подъ руководствомъ проф. Е. С. Федорова. Гоніометрическое изслѣдованіе соединенія *Br.* сдѣлано В. М. Колачевскимъ.

Кристаллы динитрохлорбензола были изучены Des Cloizeaux и описаны Jungfleisch'емъ (Annales de chemie et physique 4 s XV 231). Кромѣ того ихъ измѣрилъ и описалъ Bodewig (Zeitschrift für Kristallographie etc 1. 590). По Jungfleisch'у вещество это существуетъ въ двухъ полиморфныхъ модификаціяхъ, обозначенныхъ имъ α и β.

Не вдаваясь пока въ подробности, отмѣчу; что кристаллы изслѣдованныхъ мною веществъ оказались вполнѣ изоморфными съ модификаціей α.

1. Гоніометрическія изслѣдованія.

Окончательный результатъ гоніометрическихъ измѣреній кристалловъ 50% смѣси представленъ на діаграммѣ фиг. 1. Та же діаграмма вполнѣ выражаетъ и коплексъ граней для соединенія *Br.*, такъ какъ соотвѣтственные углы обоихъ комплексовъ отличаются другъ отъ друга весьма мало. Конечно, второстепенныя до извѣстной степени случайныя грани, входящія въ составъ изображенной на діаграммѣ комбинаціи, для изслѣдованныхъ кристалловъ соединенія *Br* будутъ иныя *).

Формы наблюдавшіяся на всѣхъ измѣренныхъ кристаллахъ отмѣчены на діаграммѣ кружками.

Слѣдуя объективному критерію, данному проф. Федоровымъ для установки кристалловъ, я придалъ формамъ такіе символы, при которыхъ кристаллы наименѣе отличаются отъ тетрагональныхъ. Эта установка отличается отъ установки, принятой Des Cloizeaux для динитрохлорбензола тѣмъ, что (010) и (001) мѣняются мѣстами, и формула перехода отъ символовъ Des Cloizeaux ($q_1\ q_2\ q_3$) къ моимъ ($p_1\ p_2\ p_3$) будетъ весьма проста:

$$p_1 : p_2 : p_3 = q_1 : q_3 : q_2.$$

Измѣреніе производилось помощью универсальнаго гоніометра Федорова. Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведены полярныя координаты (наблюденныя и вычисленныя) для важнѣйшихъ граней.

*) Всего было измѣрено 6 кристалловъ 50% смѣси и 5—соедин. *Br.*

50% смѣсь.				Символъ.	Соедин. Br.			
Наблюденныя.		Вычисленныя.			Наблюденныя.		Вычисленныя.	
φ'	ρ'	φ	ρ		φ'	ρ'	φ	ρ
$\frac{0}{0}$	0°00′	$\frac{0}{0}$	0°00′	(010)	$\frac{0}{0}$	0°00′	$\frac{0}{0}$	0°00′
51°31′	89°56′	51°27′	90°00′	(101)	51°37′	90°03′	51°39′	90°00′
−51°23′	89°56′	−51°27′	90°00′	$(\bar{1}01)$	−51°41′	90°00′	−51°39′	90°00′
0°00′	34°54′	0°00′	34°54′	(011)	0°00′	35°08′	0°00′	35°03′
0°00′	−34°55′	0°00′	−34°54′	$(01\bar{1})$	0°00′	−34°59′	0°00′	−35°03′
90°01′	41°20′	90°00′	41°12′	(110)	90°00′	41°36′	90°00′	41°34′
51°31′	66°03′	51°27′	65°56′	{212}	51°37′	66°12′	51°39′	66°08′
−51°23′	66°10′	−51°27′	65°56′	$\{\bar{2}12\}$	−51°41′	66°00′	−51°39′	66°08′

Изъ этой таблицы слѣдуетъ сдѣлать такія заключенія.

1. Въ предѣлахъ погрѣшности наблюденій можно принять:

$$\rho_{(101)} = \rho_{(\bar{1}01)} = 90^0 00'.$$

Разница этого числа и дѣйствительно наблюденнаго не превыситъ для первыхъ кристалловъ $0^0 04'$, для вторыхъ $0^0 03'$. Это допущеніе позволяетъ въ предѣлахъ погрѣшности наблюденія считать, что [010] ⊥ (010) и слѣдовательно:

(100) ⊥ (010) . . . . . (I)
и (001) ⊥ (010) . . . . . (II)

2. Если (001) ⊥ (010), то необходимо принять

$$\rho_{(011)} = \rho_{(01\bar{1})} = \frac{\rho'_{(011)} + \rho'_{(01\bar{1})}}{2} \quad \ldots \quad \text{(III)} \ *)$$

Полученныя такимъ образомъ значенія будутъ отличаться отъ дѣйствительно наблюденныхъ величинъ для первыхъ кристалловъ на $0^0 01'$, для вторыхъ—на $0^0 05'$. Такія разности не выйдутъ изъ предѣловъ погрѣшности наблюденій.

3. Далѣе можно считать:

$$\varphi_{(101)} = -\varphi_{(\bar{1}01)} = \frac{\varphi'_{(101)} - \varphi'_{(\bar{1}01)}}{2} \ldots \text{(IV)}.$$

Полученныя значенія будутъ отличаться отъ дѣйствительно наблюдавшихся для первыхъ кристалловъ на $0^0 04'$, а для вторыхъ на $0^0 02'$. Это допущеніе указываетъ, что въ предѣлахъ погрѣшности наблюденій можно считать

(100) ∟ (001) . . . . . (V).

Три условія (I), (II), (V) и два угла (III) и (IV), полученные при посредствѣ этихъ трехъ соотношеній и приняты въ основаніе вычисленій.

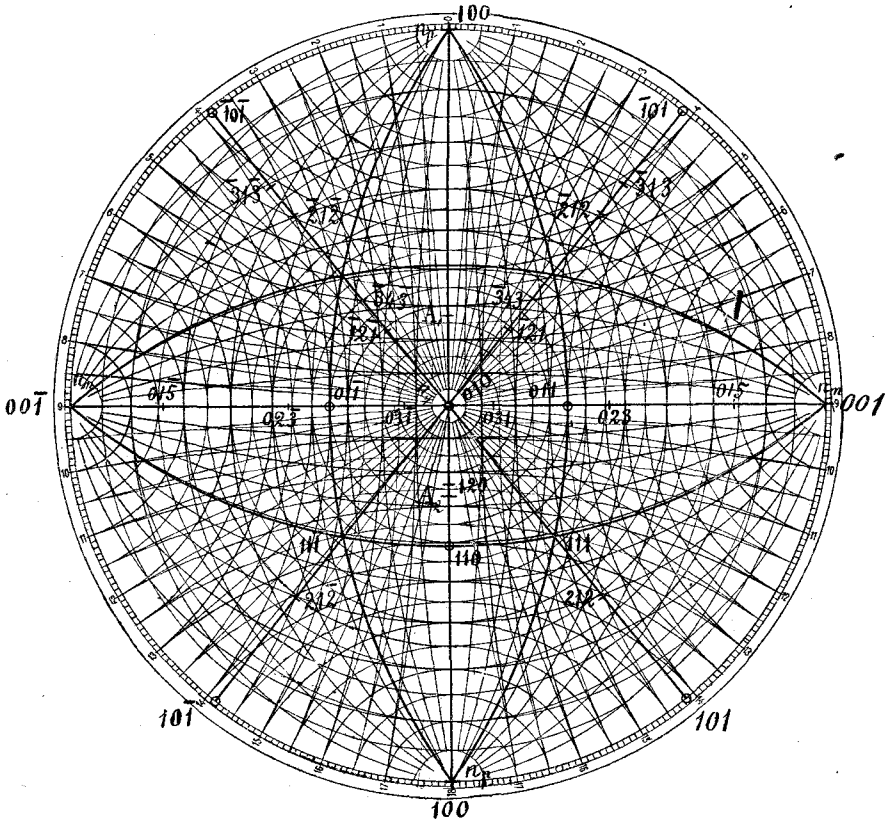
Итакъ, въ предѣлахъ погрѣшности наблюденій изслѣдованные кристаллы имѣютъ ромбическую систему кристаллографическихъ осей. Тѣмъ не менѣе признать эти кристаллы принадлежащими къ ромбической сингоніи—нельзя. Грань (110) во всѣхъ 6 подробно изслѣдованныхъ кристаллахъ 50% смѣси не имѣла себѣ симметричной $(\bar{1}10)$. Изъ 5 подробно изслѣдованныхъ кристалловъ динитробромбензола симметричная грань была встрѣчена 2 раза, причемъ оба раза была развита менѣе (110). Это обстоятельство въ связи съ полнымъ развитіемъ призмъ $\{101\}$ и $\{011\}$ даетъ основаніе считать изслѣдованные кристаллы принадлежащими къ ромбопризматическому виду моноклинной сингоніи. Двойной осью симметріи явится при этомъ [001], а плоскостью симметріи—(001). Согласно съ этимъ выводомъ и составлена діаграмма фиг. 1.

Къ сожалѣнію фигуры вытравленія, которыя я пытался получить, дѣйствуя спиртомъ, были неясны и не давали указаній относительно симметріи.

Относительно соотвѣтствующаго соединенія *Cl*

*) При одновременномъ существованіи условій (I) и (II) необходимость равенства (III) доказывается особенно просто.

Фиг. 1.



слѣдуетъ упомянуть, что Des Cloizeaux считаетъ его ромбическимъ безъ всякихъ оговорокъ. Онъ наблюдалъ лишь формы (010), {101} и {011}. Jungfleisch не измѣрялъ вовсе кристалловъ модификаціи α. Но къ упомянутой раньше статьѣ Jungfleisch'а есть примѣчаніе Грота, въ которомъ послѣдній, основываясь на наблюденіяхъ Friedländer'а, считаетъ кристаллы модификаціи α примѣромъ „der monosimetrischen Hemiëdrie im rombischen Sisteme". По новой терминологіи это и будетъ означать, что кристаллы псевдоромбически и принадлежатъ къ ромбопризматическому виду моноклинной сингоніи. Однако Гротъ основываетъ свое заключеніе на неравномѣрномъ развитіи граней у формы {011}, и двойной осью у него явится [100]*), а не [001], какъ у меня для кристалловъ 50% смѣси и динитробромбензола.

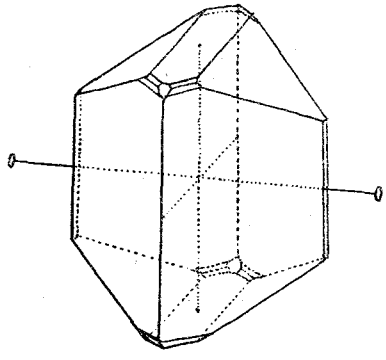
Далѣе я привожу списокъ наблюденныхъ мною формъ, указывая, въ сколькихъ кристаллахъ данная форма встрѣчалась.

*) Символы вездѣ приведены въ моей установкѣ.

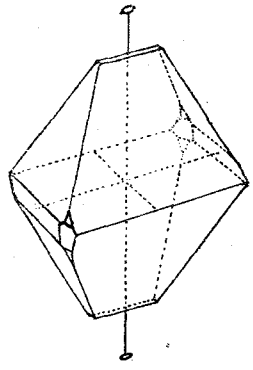
50% смѣсь.	Символъ.	Соедин. Вг.	50% смѣсь.	Символъ.	Соедин. Вг.
1	(100)	0	0	{121}	1
6	(010)	5	1	{$\bar{1}$21}	0
5	(001)	1	6	{212}	3
6	{011}	5	4	{$\bar{2}$12}	3
6	{101}	5	3	{031}	0
6	{110}	5	2	{023}	1
0	{$\bar{1}$10}	2	2	{3$\bar{1}$3}	0
3	{111}	2	0	{$\bar{3}$23}	1
0	{$\bar{1}$11}	3	0	{232}	1
0	{021}	1	4	{$\bar{3}$43}	0
0	{210}	1	4	{015}	0
2	{120}	0			

На фиг. 2 и 3 изображенъ видъ кристалловъ. Кристаллы 50% смѣси чаще развиваются подобно фиг. 2, а кристаллы соедин. *Br.*—чаще подобно фиг. 3. На фиг. 2 кристаллъ поставленъ такъ, какъ на діограммѣ фиг. 1. На фиг. 3 вертикально поставлено ребро [001].

Фиг. 2.



Фиг. 3.



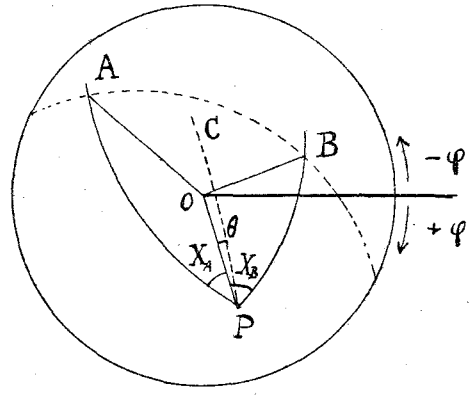
II. Оптическое изслѣдованіе.

Чтобы опредѣлить положеніе оптическаго эллипсоида въ изученныхъ кристалахъ, мнѣ было необходимо и достаточно опредѣлить лишь уголъ погасанія въ плоскости симметріи ‖ (001). Но я задался цѣлью отыскать положеніе осей оптическаго элипсоида, не основываясь вовсе на заключеніяхъ о видѣ симметріи, полученныхъ изъ гоніометрическихъ данныхъ. Для этого я постарался опредѣлить положеніе обѣихъ оптическихъ осей, наблюдая направленія (углы) погасанія на различныхъ граняхъ.

Здѣсь разберемъ вопросъ въ столь же общемъ видѣ и найдемъ прежде всего связь между координатами (φ, ρ) грани, на которой наблюдается уголъ погасанія, величиной (θ) угла погасанія,и координатами оптическихъ осей (φ_A, ρ_A; φ_B, ρ_B). Систему координатъ (полярныхъ) беремъ ту же, что и при гоніометрическихъ изслѣдованіяхъ.

На фиг. 4 (стереографическая проэкція) P—полюсъ грани, на которой наблюдаютъ ∠ погасанія; A и B— оптическія оси. Подъ угломъ погасанія θ будемъ разумѣть ∠ между меридіаномъ PO данной грани и плоскостью PC, проходящею черезъ направленіе погасанія. ∠ θ считаемъ положительнымъ, когда онъ направленъ по часовой стрѣлкѣ (отъ меридіана PO) и отрицательнымъ въ обратномъ случаѣ. Такое же условіе установимъ для знака ∠ X, т. е. угла между меридіаномъ PO и плоскостью, проходящею черезъ одну изъ оптическихъ осей.

Фиг. 4.



Въ △ OAP	Въ △ OBP
$OA = \rho_A$	$OB = \rho_B$
$OP = \rho$	$OP = \rho$
$\lvert\angle AOP\rvert = \varphi_A - \varphi = -(\varphi - \varphi_A)$	$\lvert\angle BOP\rvert = \varphi - \varphi_B$
$\lvert X_A\rvert = -X_A$	$\lvert X_B\rvert = X_B$

Прямыя линіи означаютъ, что берется абсолютвая величина.

Изъ △ OAP:

$$ctg X_A = \frac{-(cs\varphi - \varphi_A)\, cs\rho + sn\rho\, ctg\, \rho_A}{sn(\varphi - \varphi_A)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VI)$$

Изъ △ OBP:

$$ctg X_B = \frac{-cs(\varphi - \varphi_B)cs\rho + sn\rho\, ctg\, \rho_B}{sn(\varphi - \varphi_B)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VII)$$

Кромѣ того по теоремѣ Френеля имѣемъ:

$$\begin{aligned} \lvert X_A\rvert + \theta &= \lvert X_B\rvert - \theta \\ -X_A + \theta &= X_B - \theta \\ X_A + X_B &= 2\theta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (VIII) \end{aligned}$$

Изъ полученныхъ трехъ уравненій можно исключить X_A и X_B. Тогда получится одно уравненіе, содержащее 3 извѣстныя величины—φ, ρ и θ и 4 неизвѣстныя— φ_A, ρ_A, φ_B, ρ_B. Беря другую грань (φ_1, ρ_1) и опредѣляя на ней уголъ погасанія (θ_1), мы получимъ новое уравненіе съ тѣми же неизвѣстными: φ_A, ρ_A, φ_B, ρ_B. Слѣдовательно для опредѣленія этихъ неизвѣстныхъ надо произвести наблюденія направленій погасанія на четырехъ граняхъ достаточно общаго положенія.

Однако, въ общихъ случаяхъ рѣшеніе совокупности четырехъ такихъ уравненій является весьма сложнымъ. Въ частныхъ же случаяхъ, для граней частнаго положенія уравненія VI, VII и VIII могутъ примѣняться съ успѣхомъ.

Замѣчу еще, что подобный методъ опредѣленія положенія оптическаго эллипсоида примѣнимъ лишь къ зернистымъ кристалламъ съ нѣсколькими парами хорошо развитыхъ граней.

Теперь я примѣню все вышесказанное къ изслѣдованнымъ кристалламъ. Взаимное положеніе главныхъ сѣченій николей и одной изъ нитей окуляра было тщательно провѣрено помощью прямого погасанія кристаллика кварца (по отношенію къ ребру [0110]).

Изслѣдуемый кристаллъ укладывался на избранную грань на столикъ микроскопа, и чрезъ противоположную грань наблюдалось погасаніе. Затѣмъ надлежащее ребро данной грани совмѣщалось съ провѣренной нитью окуляра, и такимъ образомъ опредѣлялся $\angle\theta$ погасанія. Наблюденіе каждаго погасанія повторялось 5 разъ; совмѣщеніе ребра—отъ 2 до 5 разъ въ началѣ и концѣ наблюденія. Результаты такихъ опредѣленій приводятся въ слѣдующей табличкѣ.

№ по порядку.	50% смѣсь.					Соед. Br.				
	Число наблюденій θ	Симв. грани.	φ	ρ	Средн. θ	Число наблюденій θ	Симв. грани.	φ	ρ	Средн. θ
1	5	(010)	0°00′	0°00′	0°00′	20	(010)	0°00′	0°00′	| 0°07′ |
2	10	(101)	φ_1	90°00′	| 0°01′ |	10	$\pm$ (011)	0°00′	ρ_3	| 0°08′ |
3	10	$\bar{}$ (101)	$-\varphi_1$	90°00′	| 0°05′ |	10	$\pm$ (101)	φ_2	90°00′	| 0°11′ |

Примѣчаніе. Для (010) за меридіанъ мы можемъ принимать произвольную плоскость, проходящую чрезъ эту грань. Для простоты я принялъ $\varphi = 0°00$. Отсчитывая θ отъ этого меридіана я получилъ для первыхъ кристалловъ $\theta = 0°00'$, а для вторыхъ $\theta = |0°07'|$

Вслѣдствіе неправильностей кристаллообразованія, нерѣзкости реберъ подъ микроскопомъ, неизбѣжной неточности въ опредѣленіи погасанія и друг. причинъ ошибка въ наблюденной величинѣ θ не можетъ быть незначительной. Если принять, что предѣлъ ошибки наблюденій угла θ равенъ $^1/_4°$, то и въ такомъ случаѣ слѣдуетъ сказать, что не выходя изъ предѣловъ ошибки наблюденія можно считать $\angle\theta = 0°00'$ во всѣхъ приведенныхъ въ таблицѣ случаяхъ.

Обратимся къ уравненіямъ VI, VII, и VIII. Для $\theta = O$ исключеніе X_A и X_B изъ этихъ уравненій произвести легко.

Изъ VIII имѣемъ:

$$X_A = -X_B$$

И тогда изъ VI и VII:

$$\frac{-cs(\varphi-\varphi_A)cs\rho + sn\rho \cdot ctg\rho_A}{sn(\varphi-\varphi_A)} = -$$

$$= -\frac{-cs(\varphi-\varphi_B)cs\rho + sn\rho ctg\rho_B}{sn(\varphi-\varphi_B)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

Сначала разсмотримъ данныя для 50% смѣси. Имѣемъ три наблюденія.

1. $\varphi = 0°00'$ $\quad \rho = 0°00'$
2. $\varphi = \varphi_1$ $\quad \rho = 90°00'$
3. $\varphi = -\varphi_1$ $\quad \rho = 90°00'$

Эти три грани дадутъ намъ изъ уравненія (A) три уравненія:

1. $ctg\ \varphi_A = -ctg\ \varphi_B$
2. $\frac{ctg\rho_A}{sn(\varphi_1-\varphi_A)} = \frac{ctg\rho_B}{sn(\varphi_1-\varphi_B)}$
3. $\frac{ctg\rho_A}{sn(\varphi_1+\varphi_A)} = -\frac{ctg\rho_B}{sn(\varphi_1+\varphi_B)}$

Изъ этихъ трехъ уравненій мы не можемъ, конечно, получить опредѣленныхъ однозначныхъ рѣшеній для четырехъ неизвѣстныхъ. Если мы поста-

раемся отыскать соотношенія между углами (а не ихъ тригонометрическими функціями) изъ этихъ уравненій, то прійдемъ къ 4 возможнымъ случаямъ:

1. $\varphi_A = \varphi_B = 0$ $\rho_A = -\rho_B$

2. $\varphi_A = \frac{\pi}{2}$, $\varphi_B = -\frac{\pi}{2}$ $\rho_A = \rho_B$

3. $\varphi_A = 0$, $\varphi_B = \pi$ $\rho_A = \rho_B$

4. $\varphi_A = \varphi_B = \frac{\pi}{2}$ $\rho_A = -\rho_B$

1 и 3 случай однозначны; также 2 и 4. Обѣ эти группы показываютъ, что оси оптическаго эллипсоида совпадаютъ съ тремя взаимно перпендикулярными кристаллографическими осями. При этомъ однако величина $|\rho_A| = |\rho_B|$ остается неопредѣленной, и положеніе плоскости оптическихъ осей тоже не вполнѣ опредѣленно.

Примѣняя такія же разсужденія къ кристалламъ динитробромбензола, мы получимъ окончательно слѣдующіе 2 возможные случая:

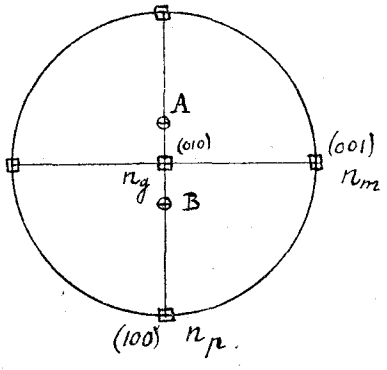
1. $\varphi_A = \frac{\pi}{2}$, $\varphi_B = -\frac{\pi}{2}$ $\rho_A = \rho_B$

2. $\varphi_A = \varphi_B = \frac{\pi}{2}$; $\rho_A = -\rho_B$

Оба случая однозначны и показываютъ, что оси оптическаго эллипсоида совпадаютъ съ кристаллографическими осями, и что плоскостью оптическихъ осей служитъ (001). При этомъ $|\rho_A| = |\rho_B|$ остается неопредѣленнымъ.

Положивъ на грань (010) подходящіе кристаллы того и другого вещества на федоровскій столикъ, я легко нашелъ, что съ [010] въ обоихъ случаяхъ совпадаетъ острая бисектрисса, и что въ обоихъ случаяхъ (001) является плоскостью оптическихъ осей. Такъ какъ при опредѣленіи угла оптическихъ осей (о чемъ ниже) выяснилось, что острая бисектрисса есть ng, то оріентировка оптическаго эллипсоида выразится для обоихъ веществъ діаграммой фиг. 5.

Фиг. 5.



Помощью рефрактометра C. Leiss'a (Zeitschrift für Krystallographie etc B. 39 S. 47) я опредѣлилъ показатели преломленія n_m и n_p для обоихъ веществъ.

Принципъ устройства этого прибора въ существенномъ—тотъ же, что и у большинства рефрактометровъ: наблюденіе черты (границы между темнотой и свѣтомъ), обусловленной полнымъ внутреннимъ отраженіемъ лучей отъ кристалла.

Я наблюдалъ такое отраженіе отъ одной изъ граней формы {101}, какъ наилучше развитой. Въ такой грани лежитъ ось n_g. Направляя падающіе лучи такъ, чтобы плоскость паденія проходила черезъ n_g, я наблюдалъ двѣ черты, образованныя отраженными лучами: одна соотвѣтствовала n_m, другая—n_p. Наблюденіе было повторено для каждаго вещества на трехъ кристаллахъ. Вотъ результаты наблюденій.

	50% смѣсь.	Соед. Вг.	Предѣлъ погрѣшности.
n_m	1.670	1.670	$\pm$ 0.002
n_p	1.640	1.640	$\pm$ 0.002

Посредствомъ этого прибора можно измѣрять показатели преломленія въ предѣлахъ между 1.450 и 1.700. Для даннаго случая величина n_g находится внѣ этихъ предѣловъ, и потому она не была опредѣлена прямо.

Уголъ $2V$ оптическихъ осей былъ опредѣленъ методомъ Федорова. Для этой цѣли предварительно выбранные подъ микроскопомъ пластинчатые осколки были зажаты въ глицеринѣ между склеенными предметнымъ и покровнымъ стеклышками. Приготовленіе обычнаго препарата въ канадскомъ бальзамѣ невозможно, потому что кристаллики расплываются въ немъ при незначительномъ нагрѣваніи.

Вслѣдствіе сильной дисперсіи оптическихъ осей опредѣленіе $\angle 2V$ произведено въ монохроматическомъ свѣтѣ.

Громадное двупреломленіе (о немъ ниже) изслѣдованныхъ кристалловъ обусловливаетъ сильную коническую рефракцію. Упомяну здѣсь, что вычисленный мною по окончаніи оптическаго изслѣдо-

ванія (когда были извѣстны n_p, n_m и n_g) уголъ между образующими конуса внутренней рефракціи, лежащими въ плоскости оптическихъ осей, оказался равнымъ 4°06′. (Тогда какъ, напр., для роговой обманки соотвѣтствующій уголъ равенъ лишь 0°50′). Поэтому при совмѣщеніи оптической оси съ осью микроскопа въ параллельномъ монохроматическомъ свѣтѣ не наблюдается вовсе темноты при скрещенныхъ николяхъ.

Для лицъ, знакомыхъ съ Федоровскимъ методомъ изслѣдованія прибавлю, что такая коническая рефракція заставляла находить положеніе оптическихъ осей такъ. 1) Я находилъ плоскость оптическихъ осей, не обращая вниманія на просвѣтленіе около этихъ осей. 2) Оставляя весь столикъ въ прежнемъ положеніи (не поворачивая его на 45°) и наклоняя препаратъ около оси I, я отыскивалъ положенія наибольшаго просвѣтленія: при каждомъ изъ этихъ положеній одна изъ оптическихъ осей совмѣщалась съ осью микроскопа. — Эти наблюденія отличались не меньшей чувствительностью, чѣмъ тѣ, которыя производятся при обычномъ измѣреніи $\angle 2V$. Разница отдѣльныхъ отсчетовъ для каждой оптической оси не превосходила 1°. Поэтому для полученныхъ значеній $\angle 2V$ можно поручиться за точность въ $\pm 1°$.

Результаты наблюденій:

	$\angle 2V$		Предѣлъ погрѣшности.
	50% смѣсь.	Соед. Br.	
Синій свѣтъ . .	$+55\frac{1}{2}°$	$+54°$	$\pm 1°$
Красный свѣтъ .	$+54°$	$+51\frac{1}{2}°$	
Среднее	$+54\frac{1}{2}°$	$+55°$	

Здѣсь даны значенія истиннаго угла $2V$. Кажущійся уголъ исправленъ надлежащимъ образомъ по показателю преломленія $n_m = 1.670$.

Зная n_m, n_p и $\angle 2V$, я опредѣлилъ n_g изъ формулы [1]):

$$sn^2V = \frac{\frac{1}{n_p^2} - \frac{1}{n_m^2}}{\frac{1}{n_p^2} - \frac{1}{n_g^2}}.$$

[1]) Обыкновенно въ руководствахъ по кристаллооптикѣ дается формула для tg^2V; но изъ нея легко получить приведенное выраженіе для sn^2V.

Отсюда имѣемъ:

$$n_g = \frac{n_m n_p snV}{\sqrt{n_p^2 - n_m^2 cs^2 V}}.$$

При вычисленіяхъ я подставлялъ въ эту формулу среднія значенія для V.

Результаты вычисленій:

	Ng	Предѣлъ погрѣшности.
50% смѣсь	1.800	± 0.026
Соедин. Br.	1.810	

Предѣлъ погрѣшности не трудно вычислить, зная предѣлы погрѣшностей для n_m, n_p, и V.

III. Изоморфизмъ кристалловъ

$C_6H_3Cl(NO_2)_2[1-2-4]$, $C_6H_3Cl(NO_2)_2 . C_6H_3Br(NO_2)$ и $C_6H_3Br(NO_2)_2[1-2-4]$.

Какъ уже было упомянуто, изслѣдованные кристаллы оказались вполнѣ изоморфны съ той модификаціей динитрохлорбензола, которую Jungfleisch обозначилъ черезъ α. Въ упомянутой вначалѣ работѣ Bodewig'a не приводится новыхъ данныхъ по отношенію къ кристалламъ этой модификаціи. Поэтому всѣ данныя для соединенія *Cl* приводятся ниже по Des Cloizeaux.

Чтобы наглядно представить изоморфизмъ всѣхъ трехъ веществъ, сдѣлаемъ сопоставленія гоніометрическихъ и оптическихъ данныхъ.

1. Прежде всего замѣтимъ, что система кристаллографическихъ осей у каждаго изъ трехъ веществъ—ромбическая.

2. Сопоставимъ важнѣйшіе углы.

Грань.	$\angle$	Соед. Cl.	50% смѣсь.	Соед. Br.
(011)	?	35°29′	34°54′5	35°03′5
(101)	?	51°02′5	51°27′	51°39′
(110)	?	41°24′	41°12′	41°34′

Разница въ этихъ характеристическихъ углахъ едва переходитъ за $\frac{1}{2}°$ *).

*) Говорить о закономѣрности измѣненія угловъ при трехъ только изслѣдованныхъ членахъ ряда, конечно, не приходится.

3. Сопоставимъ отношеніе отрѣзковъ на осяхъ:

Соед. Cl.	0.8086 : 1 : 0.7128
50% смѣсь	0.7969 : 1 : 0 6978
Сосд. Br.	0.7912 : 1 : 0.7017

Отношеніе весьма близки другъ къ другу.

4. Оріентировка оптическихъ эллипсоидовъ по отношенію къ кристаллографическимъ осямъ тождественна у всѣхъ трехъ веществъ.

5. Оптическія константы сопоставлены въ слѣдующей табличкѣ:

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$2V$ красн.	$2V$ син.	Разность	Характеръ дисперсіи оптич. осей.
Соед. Cl..					56°	58½°	2½°	$\rho < v$
50% смѣсь.	1.80	1.670	1.640	0 16	54°	55½°	1½°	$\rho < v$
Соед. Br.	1.81	1.670	1.640	0.17	51½°	54°	2½°	$\rho < v$

Данныя Des Cloizeaux $\angle 2E_r = 102°46'$ и $\angle 2E_b = 109°49'$ (въ воздухѣ) исправлены по показателю преломленія $n_m = 1.670$, въ томъ предположеніи, что этотъ показатель преломленія не мѣняется значительно и для соединенія *Cl.*

Такимъ образомъ изоморфизмъ всѣхъ трехъ веществъ въ кристаллографическомъ и оптическомъ отношеніяхъ совершенно ясенъ.