

№ 415.

ВЕСТНИКЪ

ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

издаваемый

В. А. Тернетомъ

подъ редакціей

Приватъ-Доцента В. Л. Кагана.

XXXV-го Семестра № 7-й.

ОДЕССА.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, ул. Новосельскаго, д. № 66.
1906.

<http://vofem.ru>

Издательство научных и популярно-научных сочинений из области физико-математических наук.

ВЫШЛИ ИЗЪ ПЕЧАТИ:

1. Г. АБРАГАМЪ, проф. **СБОРНИКЪ ЭЛЕМЕНТАРНЫХЪ ОПЫТОВЪ ПО ФИЗИКЪ**, составленный при участіи многихъ профессоровъ и преподавателей физики. Переводъ съ французскаго подъ редакціей Приватъ-доцента *Б. П. Вейнберга*. Часть I: Работы въ мастерской. Различные рецепты—Геометрія. Механика—Гидростатика. Гидродинамика. Капиллярность. Теплота—Числовыя таблицы. Ученымъ комитетомъ допущено въ ученическія бібліотеки среднихъ учебныхъ заведеній, учительскихъ семинарій и городскихъ, по Положенію 31 мая 1872 г., училищъ, а равно и въ бесплатныя народныя читальни и бібліотеки.

XVI+272 стр. Со многими (свыше 300) рисунками. Цѣна 1 р. 50 к.

2. Г. АБРАГАМЪ, проф. **СБОРНИКЪ ЭЛЕМЕНТАРНЫХЪ ОПЫТОВЪ ПО ФИЗИКЪ**. Переводъ съ французскаго подъ редакціей Приватъ-доцента *Б. П. Вейнберга*. Часть II: Звукъ—Свѣтъ—Электричество—Магнетизмъ.

LXXV+434 стр. Со многими (свыше 400) рисунками. Цѣна 2 р. 75 к.

3. С. АРРЕНИУСЪ, проф. **ФИЗИКА НЕБА**. Разрѣшенный авторомъ и дополненный по его указаніямъ переводъ съ нѣмецкаго подъ редакціей Приватъ-доцента *А. Р. Орбинскаго*. Содержаніе: Неподвижныя звѣзды—Солнечная система—Солнце—Планеты, ихъ спутники и кометы—Космогонія.

VIII+250 стр. Съ 66 червыми и 2 цвѣтными рисунками въ текстѣ и 1 черной и 1 цвѣтной отдѣльными таблицами. Цѣна 2 руб.

Ученымъ Комитетомъ М. Н. П. допущено въ ученическія, старшаго возраста, бібліотеки среднихъ учебныхъ заведеній, а равно и въ бесплатныя народныя бібліотеки и читальни.

4. **УСПѢХИ ФИЗИКИ**, сборникъ статей о важнѣйшихъ открытіяхъ послѣднихъ лѣтъ въ общедоступномъ изложеніи. Подъ редакціей „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“. Содержаніе: *Винеръ*, Расширеніе нашихъ чувствъ—*Пильчиковъ*, Радій и его лучи—*Дебіернъ*, Радій и радиоактивность—*Рихарцъ*, Электрическія волны—*Слаби*, Телеграфированіе безъ проводовъ—*Шмидтъ*, Задача объ элементарномъ веществѣ (основанія теоріи электроновъ).

IV+157 стр. Съ 41 рисункомъ и 2 таблицами. Цѣна 75 коп.

5. **АУЗРБАХЪ**, проф. **ЦАРИЦА МІРА И ВЯ ТѢНЬ**. Общедоступное изложеніе основаній ученія объ *энергіи и энтропіи*. Пер. съ нѣмецкаго. Съ предисловіемъ *Ш. Э. Гильома*, Вице-Директора Международнаго Бюро Мѣръ и Вѣсовъ.

VIII+56 стр. Цѣна 50 к.

6. С. НЬЮКОМЪ, проф. **АСТРОНОМІЯ ДЛЯ ВСѢХЪ**. Переводъ съ англійскаго. Съ предисловіемъ Приватъ-доцента *А. Р. Орбинскаго*.

XXIV+285 стр. Съ портретомъ Автора, 64 рисунками въ текстѣ и 1 таблицей.

Цѣна 1 р. 50 к.

7. Г. ВЕБЕРЪ и І. ВЕЛЬШТЕЙНЪ. **ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ**. Томъ I. Энциклопедія элементарной алгебры, обраб. проф. *Веберомъ*. Переводъ съ нѣмецкаго подъ редакціей Приватъ-доцента *В. Ф. Кагана*. Книга I: Основанія ариметики, гл. I—X. Книга II. Алгебра, гл. XI—XIX. Книга III. Анализъ, гл. XX—XXVI. Выпускъ I. Стр. 1—256. Главы I—XII. Цѣна 1 р. 50 к.

Выпускъ II печатается.

8. Дж. ПЕРРИ. Проф. **ВРАЩАЮЩІЯСЯ ВОЛЧОКЪ**. Публичная лекція съ 63 рисунками. Переводъ съ англійскаго. VII+96 стр. Цѣна 60 к.

ПЕЧАТАЮТСЯ:

1. К. ШЕЙДЪ. Проф. **ПРОСТЫЕ ХИМИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ** для юношества. Переводъ съ нѣмецкаго, подъ редакціей Лаборанта Новороссійскаго Университета *Е. С. Ельчанинова*.

2. ДЕДЕКИНДЪ. Проф. **НЕПРЕРЫВНОСТЬ И ИРРАЦИОНАЛЬНЫЯ ЧИСЛА**. Переводъ съ нѣмецкаго Приватъ-доцента *С. О. Шатуновскаго*. Съ приложеніемъ его статьи: „Доказательство существованія трансцендентныхъ чиселъ“.

СЪ ТРЕБОВАНІЯМИ ОБРАЩАТЬСЯ:

Одесса, Типографія М. Шпенцера, ул. Новосельскаго 66.

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 415.

Содержаніе: Магнито-оптическія явленія. (Окончаніе). *Д. Фефелова.* — Текучіе кристаллы и жидкія кристаллическія вещества. (Окончаніе). *Прив.-доц. М. Сидоренко.* — Научная хроника: Механика вольтовыхъ дугъ. — Задачи для учащихся, №№ 743—748 (4 сер.). — Рѣшенія задачъ, №№ 637, 639, 641, 642. — Объявленія.

Магнито-оптическія явленія.

Д. Фефелова.

(Окончаніе *).

Важнѣйшіе результаты опытовъ Зеемана и другихъ ученыхъ.

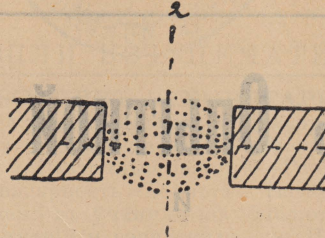
Опытными изысканіями Зеемана и многихъ другихъ ученыхъ въ настоящее время обрисована, въ главныхъ чертахъ, вся картина вліянія магнитнаго поля на свѣтовые колебанія.

Такъ какъ въ магнитномъ полѣ сила магнетизма производитъ дѣйствіе по нѣкоторымъ опредѣленнымъ направленіямъ, называемымъ силовыми линіями, то наблюденіе надъ источникомъ свѣта, помещеннымъ въ полѣ, производилось въ двухъ главныхъ направленіяхъ: 1) параллельномъ этимъ линіямъ и 2) перпендикулярномъ къ нимъ (фиг. 19).

Въ первомъ случаѣ источникъ свѣта *A*, напримѣръ, пламя,

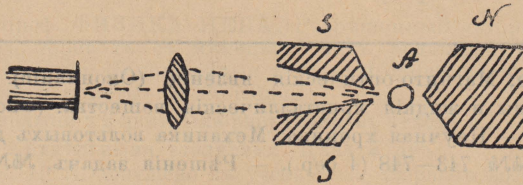
*) См. № 414 „Вѣстника“

окрашенное парами натрия, помещается между двумя катушками электромагнита N и S , из которых одна имеет просверленное



Фиг. 19.

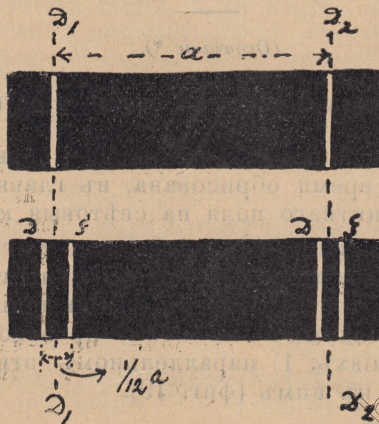
отверстие, через которое пучек света может идти к спектроскопу по направлению силовых линий (фиг. 20).



Фиг. 20.

Пламя регулируют с целью получения спектра натрия с блестящими узкими линиями.

При возбуждении тока в электромагнитъ, первоначальныя линии спектра D_1 и D_2 исчезаютъ, и вмѣсто каждой изъ нихъ появляются двѣ новыя линии D и G (фиг. 21); при прекращеніи

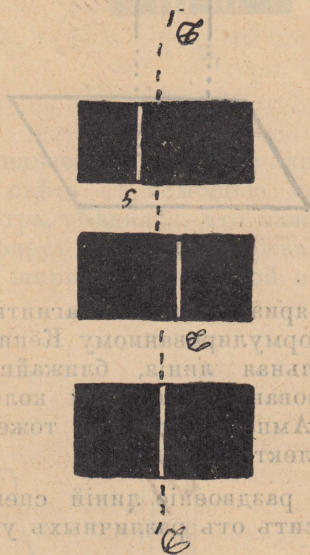


Фиг. 21.

тока, вмѣсто этихъ магнитныхъ дублетовъ, опять появляются первоначальныя линии D_1 и D_2 . Новыя линии D и G расположены

симметрично относительно мѣста, занимаемого въ спектрѣ первоначальной линіей, причемъ замѣчено, что разстояніе между ними пропорціонально напряженію поля. При извѣстной напряженности поля это разстояніе достигаетъ $\frac{1}{12}$ первоначальнаго разстоянія линій D_1 и D_2 . Отчетливость линій магнитнаго дублета и зависимость ихъ разстоянія отъ напряженія поля не могли быть объяснены, какъ результатъ самопроизвольнаго обращенія спектра, т. е. появленіемъ темной линіи по срединѣ широкой полосы спектра; вслѣдствіе этого дальнѣйшая стадія опыта заключалась въ изслѣдованіи свойствъ пучка свѣта, испускаемаго пламенемъ, относительно состоянія поляризаціи.

Поляризационный аппаратъ (круговой анализаторъ ¹⁾) помѣщался передъ спектроскопомъ и пропускалъ только лучи кругополяризованные въ извѣстномъ опредѣленномъ направленіи. При возбужденіи тока обнаруживалось исчезновеніе первоначальной линіи спектра и появленіе одной изъ составныхъ линій магнитнаго дублета, напр., D ; при измѣненіи направленія анализатора эта линія D исчезала, и появлялась линія G (фиг. 22). Если оста-



Фиг. 22.

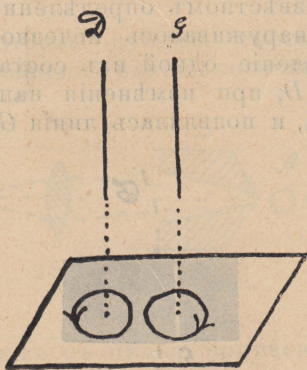
вить анализаторъ безъ перемѣны, а измѣнить направленіе тока въ электромагнитѣ, то появляется, какъ и прежде во второмъ случаѣ, линія G .

Появленіе и исчезновеніе при указанныхъ условіяхъ опыта

¹⁾ Простейшій видъ круговаго анализатора — кристаллическая пластинка съ параллельными сторонами, имѣющая толщину „въ четверть волны“ лучей желтой части спектра.

линий магнитного дублета служит доказательством того, что лучи света, дающие спектральные линии D и G , являются лучами круго-поляризованными в противоположных друг другу направлениях (фиг. 23).

Физики Кёниг и Корню с помощью некоторых приборов раздвигали поле наблюдения на две области, круго-поляризованные в противоположных направлениях; каждая из спектральных линий D и G появлялась при этих условиях в той части спектра, которая соответствовала характеру ее поляризации; первоначальная линия спектра как бы раздвигалась действием тока на 2 части: одну, расположенную с правой стороны ее, и другую—с левой.



Фиг. 23.

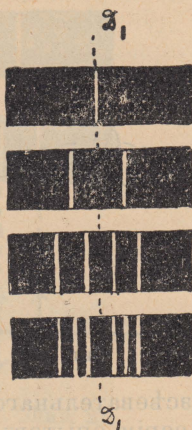
Направление поляризации линий магнитного дублета определяется по правилу, формулированному Кёнигом и Корню и гласящему, что спектральная линия, ближайшая к фиолетовому концу спектра, образована круговыми колебаниями, имющими направление токов Ампера, или, что тоже самое,—магнитного тока в катушках электромагнита ¹⁾.

Описанное выше раздвоение линий спектра не всегда обнаруживается; это зависит от различных условий опыта.

При слабом поле и недостаточно сильном спектроскопические составные линии дублета налагаются одна на другую и образуют одну широкую полосу. Края этой полосы—круго-поляризованы, а середина кажется образованной лучами естественного света.

¹⁾ Правило Ампера, как известно, заключается в следующем: если обратиться лицом к тому или другому магнитному полюсу, то на южном полюсе ток будет казаться идущим в сторону движения часовой стрелки, а на северном в обратную сторону.

При очень сильномъ магнитномъ полѣ и спектроскопѣ съ большой разсѣвательною способностью каждая изъ составныхъ линій магнитнаго дублета можетъ оказаться двойной или даже тройной линіей (фиг. 24).



Фиг. 24.

Ученый Майкельсонъ, наблюдая линіи спектровъ различныхъ источниковъ свѣта съ помощью изобрѣтеннаго имъ прибора—интерферометра, убѣдился, что каждая изъ составныхъ линій магнитнаго дублета не только сложная, но даже не имѣетъ по направленію своей ширины одинаковой интенсивности (фиг. 25).

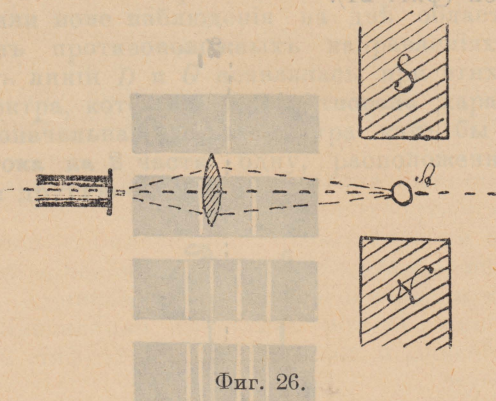


Фиг. 25.

Что же касается сравнительной интенсивности обѣихъ линій дублета, то Зееманъ точно установилъ, что ихъ интенсивность вполне одинакова.

Другая серія опытовъ имѣетъ своимъ предметомъ наблюденія свѣтовыхъ колебаній, испускаемыхъ источникомъ перпендикулярно къ силовымъ линіямъ поля. Источникъ свѣта помѣщается между плоскими сплошными катушками электромагнита, и лучи

свѣта, распространяющіеся перпендикулярно къ силовымъ линіямъ, направляются линзой на щель спектроскопа (фиг. 26). Вліяніе магнитнаго поля на линіи спектра обнаруживается при



Фиг. 26.

такимъ расположеніи разсѣвательнаго аппарата такъ же отчетливо, какъ и въ первой серіи опытовъ.

Если линіи спектра до замыканія тока имѣли значительную ширину, то при слабомъ полѣ и несильномъ спектроскопѣ онѣ кажутся болѣе широкими; въ лучшихъ условіяхъ опыта обнаруживается сложность этихъ линій, и линіи оказываются состоящими изъ трехъ, иногда четырехъ и болѣе отдѣльныхъ линій. Расположеніе такихъ составныхъ линій въ спектрѣ не зависитъ отъ направленія тока.

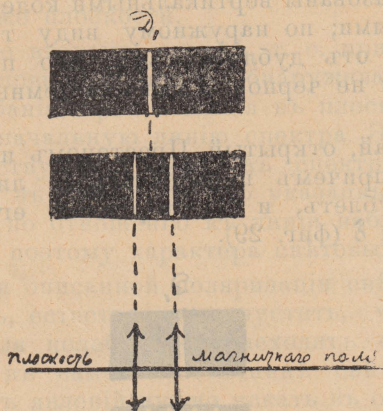
Какъ и въ первой серіи опытовъ, свойства свѣтовыхъ колебаній въ источникѣ опредѣляютъ съ помощью поляризационнаго аппарата, помѣщаемого передъ спектроскопомъ.

Ученый Зееманъ на основаніи своихъ наблюденій установилъ, какъ правило, что, какъ бы сложна ни была спектральная линія, измѣненная магнетизмомъ, во всѣхъ случаяхъ — линія, ее составляющія, разбиваются на двѣ группы, образованныя линіями, ¹⁾ прямолинейно поляризованными. Первая группа поляризована параллельно силовымъ линіямъ поля, а вторая — перпендикулярно къ нимъ. Руководясь этимъ правиломъ, можно изучать съ помощью призмы Николя отдѣльно ту или иную группу спектральныхъ линій.

Для наблюденія 1-ой группы линій (свѣтовые колебанія перпендикулярны къ силовымъ линіямъ) призму Николя располагаютъ такъ, чтобы ея главное сѣченіе было перпендикулярно къ силовымъ линіямъ. При этихъ условіяхъ опыта въ спектро-

¹⁾ Т. е. свѣтовыми колебаніями, обнаруживаемыми въ спектроскопѣ въ видѣ линій.

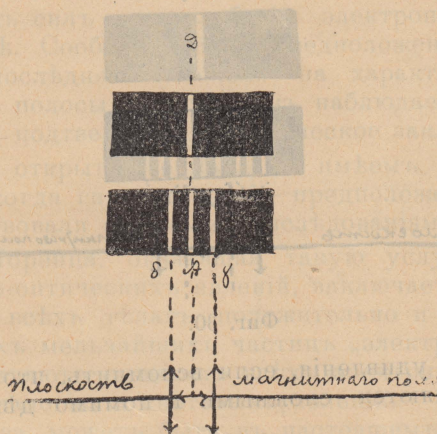
скопѣ наблюдается магнитный дублетъ, подобный тому, какой наблюдался параллельно силовымъ линіямъ (фиг. 27), но съ тѣмъ отличіемъ, что характеръ поляризаціи составныхъ линій уже



Фиг. 27.

иной. Тогда какъ прежде составныя линіи D и G были кругополяризованы въ противоположныхъ направленіяхъ и ихъ можно было изучать отдѣльно, теперь линіи δ и γ —прямолинейно-поляризованы въ одной и той же плоскости и, слѣдовательно, всегда наблюдаются вмѣстѣ.

Для изученія линій 2-ой группы (колебанія параллельны силовымъ линіямъ) главное сѣченіе призмы Николя должно быть

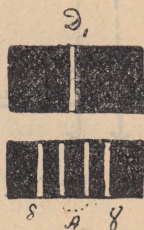


Фиг. 28.

параллельно силовымъ линіямъ; при такомъ положеніи призмы обнаруживаются три вида измѣненій спектра. Самый простой случай—появленіе первоначальной линіи A , по сторонамъ которой расположенъ магнитный дублетъ, уже указанный выше (фиг. 28).

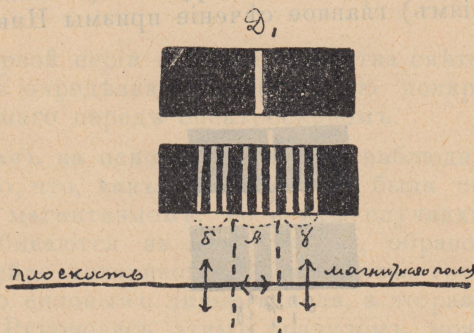
При вращеніи призмы эти три линіи появляются всё вмѣстѣ. Вообще отчетливыя и узкія линіи такого тройника трудно наблюдать, и часто линія A кажется только сильно расширенной; края такой полосы образованы вертикальными колебаніями, середина же ея—горизонтальными; по наружному виду такая полоса (тройникъ) отличается отъ дублета тѣмъ, что пространство между свѣтлыми линіями не черное, а кажется темнымъ только въ силу контраста.

Второй случай, открытый Престономъ и Корню,—появление четырехъ линій, причемъ первоначальная линія A сама представляла собою дублетъ, и по сторонамъ его получались двѣ линіи дублета γ и δ (фиг. 29).



Фиг. 29.

Наконецъ, третій случай—появленіе тройной линіи A , по сторонамъ которой располагаются тройныя же линіи γ и δ (фиг. 30). Всё указанная разнообразія вида—спектра не должны вы-



Фиг. 30.

зывать особеннаго удивленія, если вспомнить, что спектральныя линіи вообще являются сложными и помимо дѣйствія магнитнаго поля.

Возможное объясненіе магнито-оптическихъ явленій съ точки зрѣнія „электронной“ гипотезы Лоренца.

Не смотря на всю сложность явленій, наблюдаемыхъ въ плоскостяхъ, параллельной и перпендикулярной къ силовымъ ли-

нѣямъ, можно установить, что раздвоеніе линіи спектра (магнитный дублетъ) обнаруживается въ томъ и въ другомъ случаяхъ. Въ первомъ случаѣ онъ образованъ противоположно направленными круго-поляризованными колебаніями, происходящими въ плоскости, перпендикулярной къ магнитному полю, во второмъ же случаѣ—прямолинейно-поляризованными колебаніями, перпендикулярными къ той же плоскости.

Кромѣ того, во второмъ случаѣ, т. е. при наблюденіи перпендикулярно къ силовымъ линіямъ, обнаруживаются прямолинейныя свѣтовые колебанія, происходящія въ плоскости магнитнаго поля, дающія первоначальную линію спектра. Этой спектральной линіи нѣтъ соотвѣтствующей линіи въ спектрѣ, наблюдаемомъ въ первомъ случаѣ, въ силу того, что указанныя прямолинейныя колебанія являются по отношенію къ линіи наблюденія продольными и не имѣютъ поэтому характера свѣтовыхъ колебаній.

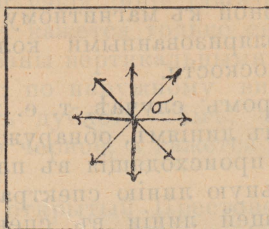
Для объясненія описанной поляризаціи свѣта, производимой магнитнымъ полемъ, естественно допустить, что наблюдаемыя въ опытахъ свѣтовые колебанія происходятъ отъ подобнаго же движенія частицъ въ самомъ источникѣ свѣта, и что причину магнито-оптическихъ явленій нужно искать въ особомъ характерѣ движенія частицъ намагниченнаго источника свѣта. Ученымъ, благодаря счастливой случайности, не пришлось создавать для этой цѣли какой-либо новой гипотезы, а удалось воспользоваться уже извѣстной ранѣе гипотезой Лоренца объ электронахъ. По признанію Зеемана, эта гипотеза натолкнула его на самую мысль изучить свѣтъ намагниченнаго источника съ помощью поляризаціоннаго аппарата. Зееманъ уже могъ убѣдиться въ пользѣ этой теоретической догадки изъ предыдущихъ своихъ изслѣдованій и, изучая дѣйствіе магнетизма на свѣтовое излученіе, думалъ объяснить и это явленіе, какъ результатъ дѣйствія магнитныхъ силъ на колебанія электроновъ въ самомъ свѣтящемся тѣлѣ. Сообщивъ свои предположенія Лоренцу, онъ получилъ отъ послѣдняго указанія на характеръ поляризаціи краевъ широкой полосы спектра, имъ наблюдаемой. Опытъ позволилъ Зееману подтвердить теоретическое заключеніе Лоренца.

Въ исторіи открытія Зеемана мы имѣемъ очень рѣдкій въ наукѣ случай, когда гипотетическія предположенія предшествовали и способствовали опытнымъ изслѣдованіямъ.

Гипотеза Лоренца, оказавшая такую услугу ученымъ въ области магнито-оптическихъ явленій, заключается въ допущеніи присутствія во всѣхъ тѣлахъ положительно и отрицательно наэлектризованныхъ мельчайшихъ частицъ „электроновъ“, движенія которыхъ составляютъ сущность всѣхъ электрическихъ, а также, по нѣкоторой аналогіи, и свѣтовыхъ явленій.

Эта гипотеза, можетъ быть, въ настоящемъ ея видѣ и не въ состояніи охватить всѣхъ установленныхъ опытами фактовъ въ области магнито-оптическихъ явленій; тѣмъ не менѣе объясненіе, даваемое Лоренцомъ явленію Зеемана, вполне соотвѣтствуетъ результатамъ опытовъ многихъ ученыхъ.

Предположимъ, говоритъ Лоренцъ, что отрицательный ¹⁾ электронъ какого-либо тѣла, покидая положеніе равновѣсія въ точкѣ O (фиг. 31), подвергается вліянію силы, возвращающей



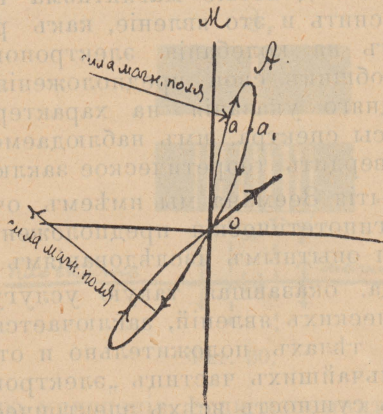
Фиг. 31.

его назадъ въ ту же точку. Онъ можетъ при этихъ условіяхъ колебаться съ опредѣленнымъ періодомъ по прямой линіи около точки O , и, если вслѣдствіе этого возникаетъ свѣтъ, то въ спектрѣ, даваемомъ свѣтящимся тѣломъ, получается линія, занимающая вполне опредѣленное положеніе.

Допустимъ также, что колебаніе электрона возможно вдоль каждой прямой линіи, проходящей черезъ точку O .

Въ случаѣ, если свѣтящееся тѣло помѣщено въ магнитномъ полѣ, то магнитная сила окажетъ свое вліяніе на направленіе движенія электрона. Пусть магнитное поле перпендикулярно къ плоскости чертежа, причемъ сѣверный полюсъ находится передъ плоскостью, а южный полюсъ сзади плоскости чертежа.

Электронъ, выйдя изъ точки O (фиг. 32), пойдетъ вверхъ



Фиг. 32.

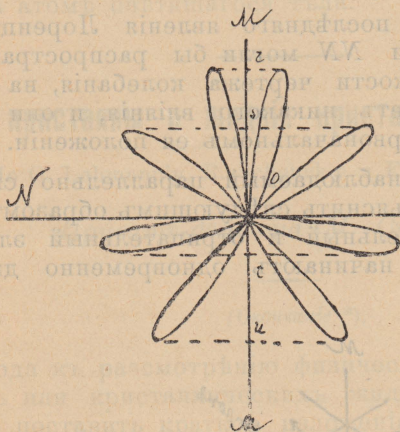
не по прямой OM , а отклонится вправо отъ OM подъ вліяніемъ

¹⁾ Наиболее энергичный по быстротѣ движенія.

магнитной силы и пойдет по некоторой кривой OaA , обращенной выпуклой стороной влево. От точки A электронъ возвращается въ точку O по кривой Aa_1O , обращенной уже выпуклой стороной вправо. Дальнейшее движение будетъ совершаться по петлеобразнымъ линиямъ OB , OC и т. д., проходящимъ черезъ точку O . Форма этихъ кривыхъ линий зависитъ отъ напряженности поля.

Разложимъ движение частицы на два движения по взаимно перпендикулярнымъ линиямъ MM и NN (фиг. 33).

Чтобы уяснить себѣ движение по линіи MM , необходимо



Фиг. 33.

опустить на MM изъ того мѣста, гдѣ находится электронъ, перпендикуляръ и слѣдить за движениемъ конца этого перпендикуляра. Этотъ послѣдній изъ точки r направляется въ точку u , затѣмъ опять возвращается назадъ, но не далѣе точки s , потомъ опускается до точки t и т. д.

Эти колебанія, какъ видно изъ чертежа, имѣютъ различный размахъ, попеременно увеличивающійся и уменьшающійся.

Второе движение по линіи NN представляетъ собою колебанія частицы вправо и влево около точки O .

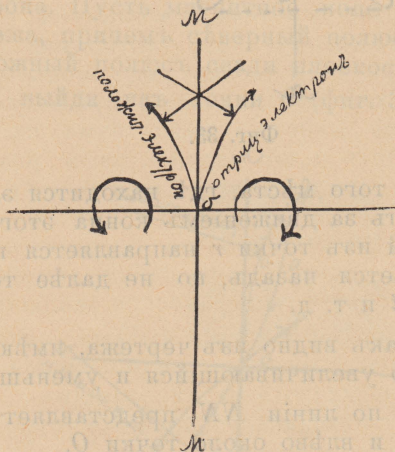
Если наблюдатель находится по направленію линіи NN , т. е. производитъ изслѣдованіе спектра свѣтящагося тѣла перпендикулярно силовымъ линіямъ поля, то только вертикальныя колебанія по линіи MM (фиг. 33), какъ поперечныя, производятъ свѣтовой эффектъ, безразлично, описываетъ ли электронъ въ своемъ колебаніи звѣздообразную фигуру или двигается по линіи MM указаннымъ выше способомъ; горизонтальныя же колебанія по линіи NN , какъ продольныя, не будутъ имѣть, согласно установленной теоріи свѣта, характера свѣтовыхъ колебаній.

Описанное колебаніе по линіи MM даетъ тотъ же результатъ, какъ если бы имѣли мѣсто два колебательныхъ движенія съ нѣсколькими различными періодами, или, иначе, съ различной длиною волны, а такіа колебанія мы можемъ разложить посредствомъ спектроскопа. Тогда, пропуская лучъ свѣта NN въ щель спектроскопа, мы вмѣсто одной спектральной линіи получимъ двѣ, симметрично расположенныя относительно мѣста первоначальной линіи.

Дублетъ этотъ, очевидно, образованъ вертикальными колебаніями. Раздвоеніе спектральной линіи такого характера и было въ дѣйствительности наблюдаемо Зеemanомъ. Но, кромѣ этого дублета, Зеemanъ обнаружилъ присутствіе и первоначальной линіи спектра, образованной горизонтальными колебаніями.

Для объясненія этого послѣдняго явленія Лоренцъ допускаетъ, что въ направленіи NN могли бы распространяться и перпендикулярныя къ плоскости чертежа колебанія, на которыя магнитное поле не оказываетъ никакого вліянія, и они поэтому даютъ линію спектра въ первоначальномъ ея положеніи.

Магнитный дублетъ, наблюдаемый параллельно силовымъ линіямъ, можно было бы объяснить слѣдующимъ образомъ. Представимъ себѣ, что положительный и отрицательный электроны свѣтящагося тѣла (фиг. 34) начинаютъ одновременно двигаться



Фиг. 34.

отъ точки O вверхъ по линіи MM . Магнитныя силы поля, дѣйствующія на нихъ, противоположны между собою; въ силу этого, при томъ же расположеніи магнитныхъ полюсовъ, какъ указано выше, отрицательный электронъ будетъ двигаться по петлеобразной кривой линіи вправо отъ линіи MM , а положительный электронъ по подобной же линіи влево отъ MM .

Колебания положительнаго электрона происходят медленно, чѣмъ колебанія отрицательнаго, и имѣють большую длину волны; въ силу этого различія въ спектроскопѣ получаются 2 спектральныя линіи, расположенныя симметрично относительно мѣста первоначальной линіи. Линія, ближайшая къ фіолетовому концу спектра, образована колебаніями отрицательнаго электрона по направленію токовъ Ампера, какъ это и было обнаружено опытами, а ближайшая къ красной части спектра получается отъ свѣтовыхъ колебаній положительнаго электрона, имѣющихъ противоположное направленіе.

Частные случаи учетверенныхъ, ушестеренныхъ и т. д. линій спектра должны быть объяснены разнообразѣйшими способами движенія, возможными для электроновъ, свободно расположенныхъ въ атомѣ свѣтящагося тѣла.

Текучіе кристаллы и жидкія кристаллическія вещества.

(По O. Lehmann'y, R. Schenck'y и F. Wallerant'y ¹⁾).

Приватъ-доцента М. Сидоренко.

(Окончаніе *).

Переходя къ разсмотрѣнію физическихъ свойствъ жидкихъ кристалловъ или кристаллическихъ жидкостей, въ первую очередь можно поставить краткое изложеніе оптическихъ изслѣдованій Lehmann'a.

Разсматривать жидкія кристаллическія вещества необходимо въ двухъ различныхъ формахъ: въ видѣ слоя, который можетъ быть сравненъ съ пластинкой, вырѣзанной изъ твердаго кристалла, и въ видѣ капли, которую можно сравнить съ сферолитомъ. Лучшими объектами для демонстрацій кристаллическихъ жидкостей могутъ служить *p*-азоксибенетоль и *p*-азоксианизоль.

Для полученія слоевъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: на предметное стекло кладутъ нѣсколько твердыхъ кристалликовъ и, нагревая стекло, плавятъ кристаллики; получившіяся жидкія капли покрываютъ покровнымъ стеклышкомъ и охлаждають, вслѣдствіе чего являются твердыя пластинки, различно оптически ориентированныя и обладающія сильнымъ двойнымъ лучепреломленіемъ; затѣмъ медленно нагревають препаратъ, и въ тотъ моментъ, когда достигается температура трансформации, каждая твердая кристаллическая пластинка превращается въ однородный жидкій слой, двойное лучепреломленіе котораго

*) См. № 214 „Вѣстника“.

слабѣе, чѣмъ въ твердыхъ пластинкахъ, что и обнаруживается пониженіемъ цвѣтовъ хроматической поляризаціи по шкалѣ Ньютона. Оптическая же ориентировка твердыхъ и жидкихъ слоевъ одинакова. Одинаковъ и полихроизмъ тѣхъ и другихъ слоевъ. Замедленіе въ ходѣ лучей какъ въ твердыхъ, такъ и въ жидкихъ слояхъ зависитъ отъ толщины изслѣдуемыхъ слоевъ. Если покровное стекло заставить скользить вдоль предметнаго, то первое, увлекая верхнія части жидкихъ слоевъ, наслаиваетъ ихъ одинъ на другой, при чемъ они не смѣшиваются между собой. Только что указанный фактъ удовлетворительно объясняетъ, почему кристаллическія твердыя вещества при температурѣ трансформации становятся мутными жидкостями. Когда готовятъ двоякопреломляющую жидкость, то получающіяся при температурѣ трансформации жидкія пластинки, ниточки, зернышки, наслаиваясь другъ на друга, даютъ сложныя по строенію тѣльца, черезъ которыя проходящіе лучи свѣта преломляются въ разныхъ направленіяхъ, отчего появляется мутность въ жидкостяхъ.

Двоякопреломляющія жидкости, разсматриваемыя въ видѣ жидкихъ слоевъ, представляютъ собою настоящіе кристаллы, такъ какъ онѣ гомогенны и безъ приложенія посторонней силы анизотропны. Теперь познакомимся съ оптическими явленіями, наблюдаемыми въ капляхъ кристаллическихъ жидкостей (*Kristalltropfen*). Эти капли хоть и анизотропны, но уже неоднородны, не гомогенны, что видно изъ оптическихъ изслѣдованій, а потому и не могутъ быть разсматриваемы какъ жидкіе кристаллы.

Если расплавить кристаллы *p*-азоксианизола въ небольшомъ количествѣ канифоли или оливковаго масла, то получаютъ капельки двупреломляющей жидкости, совершенно прозрачной. Эти капельки отличаются отъ капель обыкновенныхъ жидкостей тѣмъ, что при изслѣдованіи ихъ въ обыкновенномъ свѣтѣ обнаруживается ихъ внутренняя структура. Въ одномъ положеніи эти капельки показываютъ центральное черное пятно, окруженное сѣрымъ ореоломъ. Этому положенію *Lehmann* даетъ названіе перваго главнаго положенія (фиг. 3). Діаметръ, проходящій че-



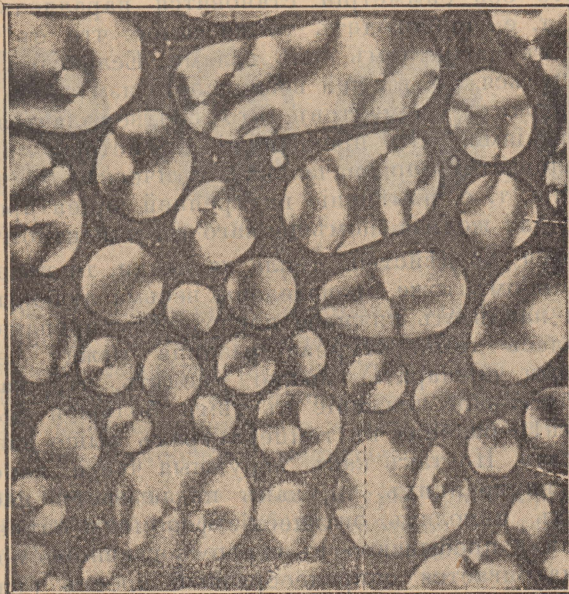
Фиг. 3.



Фиг. 4.

резъ центръ чернаго пятна, *Lehmann* называетъ осью симметріи. При поворотѣ капельки на 90° , въ сравненіи съ первымъ, капелька становится во второе главное положеніе. Въ этомъ положеніи (фиг. 4) каждая капелька обнаруживаетъ въ своей центральной части появленіе особой двояковыпуклой линзы, ось которой совпадаетъ съ осью симметріи. Появленіе линзы объясняется

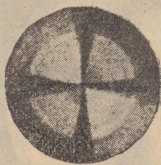
полнымъ внутреннимъ отраженіемъ, а появленіе чернаго пятна перваго главнаго положенія тѣмъ, что ось симметріи есть ось внутренней конической рефракціи. Заставляя поляризованный лучъ свѣта падать на капельки въ первомъ и во второмъ главныхъ положеніяхъ, обнаруживаютъ въ нихъ явленіе дихроизма, проявляющагося въ появленіи желтыхъ и бѣлыхъ участковъ (фиг. 5).



a

Фиг. 5. Препаратъ *p*-азоксибенетолъ въ поляризованномъ свѣтѣ. Дихроизмъ каплей: а) въ первомъ главномъ положеніи, б) во второмъ главномъ положеніи. Свѣтлыя мѣста соответствуютъ бѣлымъ, а сѣрыя—желтымъ полямъ.

При перекрещивающихся николяхъ можно видѣть, что маленькія тонкія капли показываютъ черный крестъ, вѣтви котораго расположены въ плоскостяхъ колебаній поляризатора и анализатора, а квадранты окрашены въ цвѣтные оттѣнки, обязанные хроматической поляризациі (фиг. 6).



Фиг. 6.

Въ томъ же случаѣ, когда капля достаточно толста, квадранты окрашены въ дихроическіе желтый и бѣлый цвѣта, а

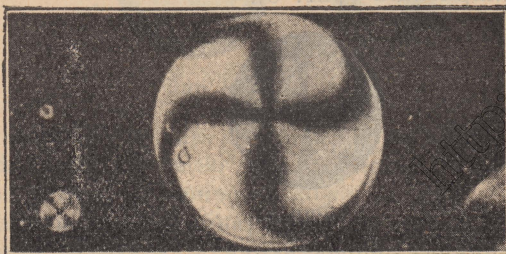
крестъ въ красный или зеленый цвѣтъ. Иногда же концы вѣтвей креста становятся красными, а середина зеленой или наоборотъ. Вращая анализаторъ, можно достигнуть, что цвѣтной крестъ сдѣлается почти чернымъ. Для объясненія этого явленія Lehmann приписываетъ этимъ каплямъ особую структуру, которая можетъ породить вращательную поляризацию по оси симметріи.

Если помѣстить каплю въ магнитное поле, то она повертывается такъ, что ось симметріи становится параллельно силовымъ линіямъ, т. е. происходитъ то же самое, что съ твердыми подвѣшенными въ магнитномъ полѣ тѣлами. Если сама капля не можетъ повернуться, то въ ней возникаетъ измѣненіе ориентировки составляющихъ элементовъ, что подтверждается оптическими изслѣдованіями. По прекращеніи дѣйствія магнитныхъ силъ возстанавливается первоначальная оптическая ориентировка. Подобное явленіе, т. е. измѣненіе внутренней ориентировки уже давно извѣстно для желѣза, помѣщенного въ магнитномъ полѣ.

Что касается до дѣйствія тепла на капли, то въ этомъ отношеніи Lehmann'омъ тоже произведены весьма любопытныя наблюденія. Если нагрѣвать нижнюю поверхность препарата такъ, чтобы образовалась температурная разниа между верхней и нижней сторонами препарата, можно увидѣть, что капли приходятъ во вращательное движеніе съ тѣмъ большей быстротой, чѣмъ значительнѣе разниа въ температурахъ выше названныхъ сторонъ препарата. Но такъ какъ наружныя части капельъ вращаются скорѣе внутреннихъ, то, какъ показываетъ наблюденіе при скрещенныхъ николяхъ, оптическіе феномены сильно измѣняются: если капли пребываютъ въ первомъ главномъ положеніи, то въ нихъ усматривается спиралеобразный крестъ (фиг. 7—8);

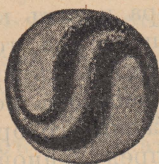


Фиг. 7.



Фиг. 8.

если же капли находятся во второмъ главномъ положеніи, то въ нихъ вмѣсто линзы наблюдаются спирали въ видѣ s-образныхъ фигуръ (фиг. 9, 10, 11, 12).



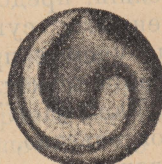
Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

Изъ работъ различныхъ авторовъ, занимавшихся опредѣленіемъ измѣненія плотности анизотропныхъ жидкостей въ связи съ измѣненіемъ температуры, явствуетъ, что плотность постепенно уменьшается до наступленія температуры плавленія, когда происходитъ рѣзкое уменьшеніе, а затѣмъ плотность изотропной жидкости вновь постепенно уменьшается.

Hulett показалъ, что температуры трансформаци и плавленія повышаются съ увеличеніемъ давления, а также, что разница между этими температурами возрастаетъ съ увеличеніемъ давления.

По изслѣдованіямъ Schenck'a и Eichwald'a вязкость кристаллической жидкости постепенно уменьшается вмѣстѣ съ повышеніемъ температуры, но при температурѣ трансформаци происходитъ внезапное увеличеніе вязкости, а затѣмъ въ изотропной средѣ постепенное уменьшеніе при повышеніи температуры.

Кристаллическія жидкости обладаютъ способностью растворять въ значительныхъ количествахъ нѣкоторые вещества, напр. гидрохинонъ, тимоль, бензофенонъ и др. Присутствіе въ нихъ растворенныхъ веществъ измѣняетъ ихъ физическія свойства; такъ напр. температуры трансформаци и плавленія понижаются и тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе растворено посторонняго вещества; далѣе, если изотропную жидкость, содержащую въ растворѣ постороннее вещество, охлаждать, то сначала появляется слабая муть, а затѣмъ помутнѣніе увеличивается въ теченіе извѣстнаго температурнаго промежутка, который увеличивается съ увеличеніемъ пропорціи раствореннаго вещества; если же охлаждать двоякопреломляющую жидкость, оно отвердѣваетъ при температурѣ, которая понижается съ возрастаніемъ содержанія раствореннаго вещества въ растворителѣ и т. д. Кристаллическія жидкости смѣшиваются между собою во всѣхъ пропорціяхъ. Въ извѣстныхъ случаяхъ смѣси этихъ жидкостей, отвердѣвая, даютъ твердые кристаллы, представляющіе собою изоморфныя смѣси. Относительно такихъ кристаллическихъ жидкостей можно до-

пустить, что онѣ образуютъ также изоморфныя смѣси (p —азоксианизоль и p —азоксианизольфенетоль). Но въ другихъ случаяхъ два вещества даютъ разные твердые кристаллы: онѣ неизоморфны въ твердомъ состояніи (p —азоксианизоль и p —азоксифенетоль). Такъ какъ послѣднія жидкости, будучи смѣшаны въ твердомъ состояніи, представляютъ всѣ признаки раствора и такъ какъ въ особенности существуетъ евтектическая температура, то нѣкоторые ученые предполагали, что изоморфная смѣсь въ жидкомъ состояніи можетъ быть разсматриваема, какъ растворъ по гипотезѣ Van't Hoff'a. Но противъ этого предположенія говоритъ то обстоятельство, что смѣсь не обнаруживаетъ опредѣленной точки плавленія, а плавится въ теченіе нѣкотораго температурнаго промежутка. Отсюда нѣкоторые авторы заключаютъ, что въ разсматриваемомъ случаѣ присутствуетъ не изоморфная смѣсь, а смѣсь двухъ смѣшивающихся между собою веществъ.

Факты, въ настоящее время накопленные наблюденіями надъ текучими кристаллами и, особенно, надъ кристаллическими жидкостями, вносятъ существенныя поправки въ современное представленіе о структурѣ кристаллическихъ тѣлъ. Наблюденія надъ веществами различнаго рода обнаруживаютъ, что кристаллическія тѣла гомогенны и анизотропны безъ приложенія къ нимъ внѣшней силы, т. е. эти тѣла обладаютъ одинаковыми свойствами во всѣхъ точкахъ по всѣмъ параллельнымъ направленіямъ, но вообще по двумъ непараллельнымъ прямымъ свойства различны. Часто кристаллическія тѣла ограничены плоскими гранями (кристаллическими плоскостями), удовлетворяющими законамъ постоянства ребровыхъ угловъ, рациональныхъ отрѣзковъ и симметріи. Прежніе кристаллографы придавали весьма большое значеніе естественнымъ кристаллическимъ гранямъ, чѣмъ отличали кристаллическія субстанціи отъ аморфныхъ веществъ. Но такое представленіе о кристаллическихъ тѣлахъ, какъ только объ натуральныхъ многогранникахъ, неправильно, потому что оно должно отдѣлять отъ кристаллическихъ тѣлъ зерна и другія неправильныя формы, неограниченныя кристаллическими гранями, въ видѣ которыхъ въ природѣ часто встрѣчаются несомнѣнные кристаллическія вещества, какъ напр. кварцъ, полевые шпаты, кальцитъ и др. Гомогенности и анизотропіи кристаллическихъ тѣлъ прежніе кристаллографы не придавали значенія по той причинѣ, что, какъ они говорили, оба эти свойства возможно наблюдать и въ несомнѣнныхъ аморфныхъ веществахъ, напр. въ сжатомъ стеклѣ, въ волокнахъ целлюлозы и проч. Но они упускали изъ виду, что двойное лучепреломленіе, свидѣтельствующее объ анизотропіи и наблюдаемое въ только что названныхъ веществахъ, обязано своимъ возникновеніемъ приложенію внѣшнихъ силъ, по прекращеніи дѣйствія которыхъ вполне устанавливается изотропія. Новѣйшіе же кристаллографы, остановившись на томъ заключеніи, что существенными свойствами кристаллическихъ тѣлъ являются гомогенность и анизотропія,

связываютъ эти свойства съ внутренней, интимной структурой кристаллическихъ веществъ. По нынѣ принятому представленію кристаллическія тѣла должны состоять изъ группъ тождественныхъ между собою молекулъ, обладающихъ симметріей кристаллическаго тѣла, параллельно ориентированныхъ и распределенныхъ по узламъ тѣлесной рѣшетчатой системы. Каждая группа молекулъ называется кристаллической частицей.

Такое представленіе о структурѣ кристаллическихъ тѣлъ весьма удобно, потому что даетъ возможность объяснить присутствіе на окристаллизованныхъ тѣлахъ плоскихъ граней, совпадающихъ съ рѣшетчатыми плоскостями тѣлесной рѣшетки. Оно выгодно еще и потому, что представляетъ возможность объяснить раціональность индексовъ и показать, почему въ кристаллахъ наблюдаются оси симметріи только второго, третьяго, четвертаго и шестого порядка. Но какъ приложить такое представленіе о кристаллической структурѣ, удобное для твердыхъ тѣлъ, къ жидкимъ кристаллическимъ тѣламъ? Очевидно, общее представленіе необходимо нѣсколько измѣнить.

Въ настоящее время предлагается разсматривать явленіе кристаллизаціи слѣдующимъ образомъ: кристаллическія частицы производятъ другъ на друга одновременно двоякаго рода дѣйствія: ориентировочныя и притягательныя. Когда притягательныя дѣйствія энергичны, частицы, ориентируясь, распределяются по рѣшетчатой системѣ, въ результатъ чего получается твердое тѣло; если же притягательныя силы слабы или вовсе отсутствуютъ, то кристаллическія частицы, руководимыя только ориентировочными взаимодействіями, устанавливаются параллельно между собой; въ результатъ—жидкое кристаллическое тѣло. Можно еще выдѣлить промежуточные случаи: если условія кристаллизаціи благопріятны, то частицы распределяются по узламъ рѣшетчатой системы, и появляются кристаллы, ограниченные плоскими гранями; если же нѣтъ, то частицы распределяются несовершенно по узламъ, и возникшіе кристаллы не обладаютъ плоскими гранями. Примѣромъ этого рода кристаллизаціи можетъ служить азотнокислый аммоній, который только въ исключительныхъ случаяхъ пріобрѣтаетъ кристаллическую форму.

Исслѣдованіе кристаллическихъ жидкостей приводитъ къ заключенію, что тѣ физическія свойства кристаллическихъ тѣлъ, которыя постепенно измѣняются съ измѣненіемъ направленій (напр. оптическія), зависятъ только отъ кристаллическихъ частицъ, а тѣ свойства, которыя обнаруживаютъ прерывистость, напр. существованіе плоскихъ кристаллическихъ граней, спайныхъ плоскостей и проч., находятся въ связи съ рѣшетчатой структурой.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

Механика вольтовых дугъ. Уже издавна принято описывать явления, происходящія въ определенномъ участкѣ электрическаго проводника, съ помощью инварианта, называемаго сопротивленіемъ проводника: зависимость между этой величиной, разностью потенциаловъ на концахъ участка и силой тока выражается закономъ Ома. Но несмотря на безспорную полезность такого метода, нельзя не признать, что законъ Ома имѣетъ лишь относительное значеніе, и его слѣдуетъ разсматривать какъ формулу интерполяціи, лишь съ ограниченной областью примѣненія.

Геттингенскій профессоръ Н. Simon въ статьѣ, напечатанной въ журналѣ *Electrotechnische Zeitung* (1995, 35. и 36.) предлагаетъ новый способъ: онъ рекомендуетъ пользоваться при разсмотрѣніи даннаго участка проводника „характеристикой“ его $e = f(i)$, т. е. зависимостью между силой тока и напряженіемъ на концахъ участка, при чемъ зависимость эту надлежитъ устанавливать отдѣльно для каждаго случая. Въ простѣйшемъ случаѣ кривая, представляющая эту функцію, сводится къ прямой линіи, проходящей черезъ начало координатъ и соответствующей уравненію $ir = e$; именно въ этомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ закономъ Ома.

Развивши съ нѣкоторыхъ точекъ зрѣнія теорію характеристическихъ кривыхъ, авторъ пользуется результатами ея для выясненія нѣкоторыхъ явленій, происходящихъ въ вольтовой дугѣ. Онъ даетъ два способа для нахождения того, что онъ называетъ *динамической характеристикой* вольтовой дуги; при помощи этихъ методовъ онъ открываетъ въ вольтовой дугѣ явленіе гистерезиса, аналогичное гистерезису магнитныхъ токовъ. Оказывается, что этотъ особый родъ гистерезиса зависитъ отъ условий опыта.

Далѣе профессоръ развиваетъ точную теорію явленій вольтовой дуги, основанную на ученіи объ іонахъ. Теорія эта служитъ для объясненія результатовъ опытовъ, и кромѣ того, съ ея помощью удовлетворительно объясняется много явленій, наблюдавшихся въ вольтовыхъ дугахъ при переменныхъ токахъ и прерывистыхъ разрядахъ. Такъ называемое явленіе *замедленія при разрядѣ* и особенности, отличающія дуги при металлическихъ стержняхъ отъ дугъ при угольныхъ стержняхъ, сводятся къ простымъ численнымъ множителямъ.

Наконецъ, какъ оказывается, вышесказаннымъ гистерезисомъ вольтовой дуги обуславливается и явленіе *поющей дуги* Дюдделя (Duddel).

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Редакция проситъ не помѣщать на одномъ и томъ же листѣ бумаги 1) дѣловой переписки съ конторой, 2) рѣшеній задачъ, напечатанныхъ въ „Вѣстникѣ“ и 3) задачъ, предлагаемыхъ для рѣшенія. Въ противномъ случаѣ редакция не можетъ поручиться за то, чтобы она могла своевременно принести мѣры къ удовлетворенію нуждъ корреспондентовъ.

Редакция проситъ лицъ, предлагающихъ задачи для помѣщенія въ „Вѣстникъ“, либо присылать задачи вмѣстѣ съ ихъ рѣшеніями, либо снабжать задачи указаніемъ, что лицу, предлагающему задачу, неизвѣстно ея рѣшеніе.

Рѣшенія всѣхъ задачъ, предложенныхъ въ текущемъ семестрѣ, будутъ помѣщены въ слѣдующемъ семестрѣ.

№ 743 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$y + 2x + z = a(y + x)(z + x),$$

$$z + 2y + x = b(z + y)(x + y),$$

$$x + 2z + y = c(x + z)(y + z).$$

Н. Агрономовъ (Вологда).

№ 744 (4 сер.). Доказать теорему: если прямая, проходящая черезъ вѣншній центръ подобія A двухъ окружностей, пересѣкаетъ ихъ по хордамъ EF и $E'F'$ и въ то же время перпендикулярна въ точкѣ D къ одной изъ внутреннихъ общихъ касательныхъ этихъ окружностей, то

$$EF \cdot E'F' = 4DB \cdot DC,$$

гдѣ B и C —точки пересѣченія внутренней общей касательной (перпендикулярной къ AD) съ вѣншними общими касательными.

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 745 (4 сер.). Доказать, что число

$$[n + k(k-1)]^{2n-1} - 1$$

дѣлится на $4n-1$, если $4n-1$ простое число, которое не есть дѣлитель $2k-1$.

А. Брюхановъ (Иркутскъ).

№ 746 (4 сер.). Построить треугольникъ ABC по основанію $AB = b$ и противолежащему B , зная положеніе на сторонѣ AC (или на ея продолженіи) точки касанія D этой стороны съ 1) вписаннымъ или 2) съ однимъ изъ вѣншнихъ круговъ.

В. Шлыгинъ (ст. Урюпинская).

№ 747 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x^2 + y^2 = x^3 + y^3 = x^5 + y^5. \quad (\text{Займств.})$$

№ 748 (4 сер.). Въ стеклянной баллонѣ, всѣящій p граммовъ, впускаютъ нѣкоторое количество углекислаго газа; затѣмъ, закрывъ кранъ, опредѣляютъ вѣсъ p_1 баллона и давленіе h_1 , введеннаго въ него газа. Затѣмъ накачиваютъ

въ баллонъ другой газъ и снова опредѣляютъ вѣсъ p_2 баллона и окончательное давленіе h_2 смѣси газовъ. Предполагая, что во время опыта температура остается постоянной, опредѣлить плотность второго газа при нормальныхъ условіяхъ. Вѣсъ одного кубическаго сантиметра воздуха равенъ 0,0013 грамма; плотность углекислоты по отношенію къ воздуху равна 1,5. Примѣнить полученное рѣшеніе къ частному случаю, когда $p=230$ грамм., $p_1=262$ грамм., $h_1=305$ миллим., $p_2=280$ грамм., $h_2=842$ миллиметра.

Л. Ямпольскій (Braunschweig).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ

№ 637 (сер.). Рѣшить въ цѣлыхъ числахъ уравненіе

$$3y^2 + 4x^2 - 90 = (y - 2x)^2.$$

Представимъ данное уравненіе послѣдовательно въ видѣ

$$3y^2 + 4x^2 - 90 = y^2 - 4xy + 4x^2, \quad 2y^2 - 90 + 4xy = 0, \quad y^2 - 45 + 2xy = 0,$$

$$y - \frac{45}{y} + 2x = 0 \quad (1).$$

Изъ равенства (1) видно, что при цѣлыхъ x и y выраженіе $\frac{45}{y}$ также равно числу цѣлому, т. е. y должно равняться одному изъ дѣлителей 45. Итакъ должно имѣть мѣсто одно изъ равенствъ

$$y = \pm 45, \pm 15, \pm 9, \pm 5, \pm 3, \pm 1.$$

Представляя каждое изъ этихъ значеній y въ равенство (1), мы получаемъ для x также цѣлыя значенія. Такимъ образомъ получаемъ таблицу рѣшеній

$$x = 22, 6, 2, -2, -6, -22, 22, 6, 2, -2, -6, -22,$$

$$y = -45, -15, -9, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 9, 15, 45,$$

въ которой соотвѣтствующія значенія x и y записаны одно подъ другимъ.

Н. Орликий (Харьковъ); Г. Оганянцъ (Москва); Н. Пляхово (Знаменка); Э. Лейнъ (Рига); Н. Добролюбовъ (Немировъ); Г. Лебедевъ (Полтава); Я. Виленкинъ (Елашты); А. Турчаниновъ (Брестъ).

№ 639 (4 сер.). Построить на сторонахъ АВ и АС даннаго треугольника АВС соотвѣтственно точки В' и С' такъ, чтобы прямая В'С' и ВС были параллельны, а прямая ВС' и СВ' взаимно перпендикулярны.

Заимств. изъ *l'Éducation Mathématique*.

Предположимъ, что задача рѣшена. Пусть О—точка пересеченія прямыхъ В'С и ВС', М—прямыхъ АО и ВС, и М'—прямыхъ АО и В'С'; по условію, уголъ ВОС прямой, а потому точка О лежитъ на окружности, описанной на ВС, какъ на діаметрѣ. Кромѣ того, вследствие параллельности прямыхъ В'С' и ВС, имѣемъ

$$\frac{B'M'}{BM} = \frac{AM'}{AM} = \frac{M'C'}{MC}, \quad \text{откуда} \quad \frac{B'M'}{M'C'} = \frac{BM}{MC} \quad (1) \text{ и}$$

$$\frac{B'M'}{MC} = \frac{OM'}{OM} = \frac{M'C'}{BM}, \quad \text{откуда} \quad \frac{B'M'}{M'C'} = \frac{MC}{BM} \quad (2).$$

Слѣдовательно, (см. (1), (2)) $\frac{BM}{MC} = \frac{MC}{BM}$; откуда $\overline{BM}^2 = \overline{MC}^2$, т. е.

(такъ какъ $BM > 0$ и $MC > 0$) $BM = MC$; итакъ AM медиана треугольника ABC , и точка O лежитъ на этой медианѣ. Отсюда вытекаетъ построение: строимъ медиану AM , описываемъ окружность на BC , какъ на діаметрѣ; точку пересѣченія O этой окружности съ AM соединяемъ съ точками B и C и продолжаемъ прямыя CO и BO до пересѣченія съ прямыми AB и AC соответственно въ точкахъ B' и C' , которыя и суть искомыя точки. Доказательство построения вытекаетъ изъ равенствъ $\frac{AC'}{CC'} = \frac{AO}{2OM} = \frac{AB'}{BB'}$, которыя можно вывести либо изъ теоремы Менелая, рассматривая пересѣченіе треугольниковъ AMC и AMB соответственно трансверсалими BC' и CB' , либо изъ равенствъ $\frac{AC'}{CC'} = \frac{AO}{OO'} = \frac{AB'}{BB'}$, гдѣ O' взято на продолженіи OM такъ, что $OM = MO'$.

Н. Доброгаевъ (Немировъ); А. Турчаниновъ (Брестъ).

№ 641 (4 сер.). Решить систему уравнений

$$y^n + z^n = \frac{a}{xyz},$$

$$z^n + x^n = \frac{b}{xyz},$$

$$x^n + y^n = \frac{c}{xyz}.$$

Вычитая первое изъ данныхъ уравненій изъ суммы второго и третьяго, получимъ

$$2x^n = \frac{b + c - a}{xyz} \quad (1).$$

Подобнымъ же образомъ находимъ

$$2y^n = \frac{c + a - b}{xyz} \quad (2), \quad 2z^n = \frac{a + b - c}{xyz} \quad (3).$$

Перемноживъ уравненія (1), (2), (3) и освободившись отъ знаменателя, имѣемъ $2^3(xyz)^{n+3} = (b+c-a)(c+a-b)(a+b-c)$, откуда

$$xyz = \sqrt[n+3]{\frac{(b+c-a)(c+a-b)(a+b-c)}{2^3}} \quad (4).$$

Подставляя значеніе xyz (см. (4)) въ равенство (1) и определяя x , находимъ

$$x = \sqrt[n]{\frac{b+c-a}{2 \sqrt[n+3]{\frac{(b+c-a)(c+a-b)(a+b-c)}{2^3}}}}$$

или

$$x = \sqrt[n(n+3)]{\frac{(b+c-a)^{n+2}}{2^n(a+b-c)(c+a-b)}}.$$

Подобнымъ же образомъ находимъ

$$y = \sqrt{\frac{n(n+3)}{2^n(b+c-a)(a+b-c)}},$$

$$z = \sqrt{\frac{n(n+3)}{2^n(c+a-b)(b+c-a)}}.$$

Изъ равенствъ (1), (2) видно, что если одно изъ чиселъ $a+b-c$, $c+a-b$, $b+c-a$ равно 0, то одно изъ неизвѣстныхъ равно 0, а потому система въ этомъ случаѣ не имѣетъ рѣшеній, такъ какъ правая часть каждаго изъ уравненій не имѣетъ никакого численнаго значенія при $x=0$, или $y=0$, или $z=0$.

Г. Оланицъ (Москва); Н. Плахово (Знаменка); Н. Доброгавъ (Немировъ); А. Турчаниновъ (Брестъ); Г. Лебедевъ (Харьковъ); Э. Лейтманъ (Рига).

№ 642 (4 сер.). Построить треугольникъ ABC по сторонамъ $AC=b$ и отрезкамъ $A\gamma=m$ и $C\delta=n$ между вершинами угловъ A и C и основаниями γ и α биссектрисъ Az и Cy этихъ угловъ.

По свойству биссектрисы имѣемъ $m = \frac{bc}{a+b}$, $n = \frac{ba}{b+c}$, гдѣ a и c стороны треугольника, противолежащія соответственно угламъ A и C, откуда

$$ma - bc = mb, \quad ba - nc = nb \quad (1).$$

Рѣшая уравненія (1) относительно a и c, находимъ

$$a = \frac{nb(b+m)}{b^2 - mn} = b - \frac{mn}{b} \quad (2),$$

$$c = \frac{mb(b+n)}{b^2 - mn} = b - \frac{mn}{b} \quad (3).$$

Построивъ отрезокъ $x = \frac{mn}{b}$, какъ четвертую пропорціональную къ m, n и b, строимъ затѣмъ (см. (2)) отрезокъ $a = \frac{n(b+m)}{b-x}$, какъ четвертую пропорціональную къ n, $b+m$, $b-x$. Подобнымъ же образомъ строимъ (см. (3)) сторону c, а затѣмъ строимъ треугольникъ ABC по тремъ сторонамъ a, b, c.

Г. Оланицъ (Москва); С. Комоловъ (Никитовка); Э. Лейтманъ (Рига); Н. Плахово (Знаменка).

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1905⁶ АКАД. ГОДЪ (II-й годъ изданія).

„ФИЗИКЪ-ЛЮБИТЕЛЬ“.

Журналъ по опытнымъ и прикладнымъ физическимъ наукамъ, выходящій ежемѣсячно (за исключеніемъ іюня и іюля) выпусками въ 32 страницы съ чертежами и рисунками.

Подписная плата:

за годъ съ августа по май (10 номеровъ) 3 руб., за $\frac{1}{2}$ года (5 номеровъ) 1 руб. 50 коп.

Адресъ редакціи и конторы журнала г. Николаевъ (Херс. губ.).

Можно выписывать открытымъ письмомъ, наложеннымъ платежемъ на первую книжку журнала, въ размѣрѣ годовой или полугодовой платы съ прибавкою 20 коп.

Учебнымъ заведеніямъ высылается по первому требованію, независимо отъ времени уплаты подписныхъ денегъ.

Журналъ за 1905/6 годъ (1-й годъ изданія) высылается за 3 руб. 30 к., для гг. подписчиковъ за 2 руб. 30 коп.

Редакторы-Издатели: } Кандидатъ Моск. Универс. К. А. Чернышевъ.
Инженеръ-Технологъ В. В. Рюминъ.

ИЗДАНИЯ ЖУРНАЛА „ФИЗИКЪ-ЛЮБИТЕЛЬ“.

- 1) Изъ жизни Павла Николаевича Яблочкова. К. А. Чернышева. Съ 3 рис. и портретомъ. Цѣна 25 к.
- 2) Говорящая машина. Исторія изобрѣтенія фонографа и граммофона. Составилъ В. Р. Съ 8 рис. Цѣна 25 к.
- 3) Любительское приготовленіе картинъ для волшебнаго фонаря. К. Чернышева. 25 к.
- 4) Химія безъ лабораторіи. Составилъ В. Рюминъ. 25 к.
- 5) Замѣтки фотографа-любителя. Гр. Ф. 25 к.
- 6) Электричество въ домашнемъ быту. К. Ч. 25 к.
- 7) О. А. Бредихинъ. Очеркъ его жизни и дѣятельности. С. Костинскаго, старшаго астронома Пулковской Обсерваторіи. 25 к.
- 8) Эфирныя волны. К. Чернышева. 25 к.
- 9) Физическіе опыты и приборы. Вып. I. Простейшіе приемы обработки различныхъ матеріаловъ. Состав. Д. Храпко и К. Чернышевъ. 25 к.
- 10) Тригонометрія для самообразованія. Д-ръ Эригъ 45 к.

Выписывающіе изъ конторы журнала за пересылку не платятъ. Суммы менѣе рубля—марками.

Открыта подписка на 1906 — XVІІ г. изд.

(Подписной годъ начинается съ 1-го Ноября).

Вышедшіе №№ и приложенія высылаются немедленно.

ПРИРОДА и ЛЮДИ

52 №№ художественно-литературнаго журнала, въ которыхъ читатель найдетъ все, что необходимо въ настоящее время каждому, слѣдящему за всемірнымъ прогрессомъ.

40 томовъ ПОЛНАГО собранія сочиненій свыше 6.500 стран. (Первое полное изданіе на русскомъ языкѣ)

ЖЮЛЯ ВЕРНА.

Всѣ романы переведены полностью, безъ пропусковъ.

Это громадное изданіе невозможно дать сразу въ одинъ годъ. Оно заключаетъ болѣе 80 томовъ, т. е. свыше 13,000 страницъ. Въ 1906 году будутъ даны первые 40 томовъ, стоимость которыхъ въ отдѣльной продажѣ свыше 80 руб., остальные въ слѣдующемъ году.

КРОМѢ ТОГО РОСКОШНОЕ ИЗДАНІЕ

СВѢТОЦИ РУССКАГО САМОСОЗНАНІЯ НА ПУТИ КЪ СВОБОДѢ.

Долгъ каждого гражданина знать тѣхъ людей, которые отдали всю свою жизнь служенію правдѣ, добру и свободѣ для счастья своей родины; знать и свято чтить память о нихъ и объ ихъ дѣяніяхъ. Въ этомъ изданіи будетъ помѣщенъ рядъ превосходно исполненныхъ портретовъ этихъ свѣточей русскаго самосознанія, начиная отъ А. Н. Радицева и кончая Н. К. Михайловскимъ и кн. С. Н. Трубецкимъ, умершимъ на зарѣ нашей обновленной жизни, съ ихъ автографами подробными біографіями и яркими характерист. ихъ дѣятельности.

И, НАКОНЕЦЪ, ПРАВО НА ПОЛУЧЕНІЕ

новой, ЕЖЕДНЕВНОЙ политической и литературной ГАЗЕТЫ

„Обновленная Россія“

органъ прогрессивной мысли.

За уменьшенную плату 2 руб. 60 коп. въ годъ.

Газета высылается со дня полученія денегъ (№ 1 выйдетъ 15-го Ноября).

Подписная цѣна: НА ЖУРН. „ПРИРОДА и ЛЮДИ“ со всѣми прилож. 6 руб.
за годъ съ доставкой и пересылкой по всей Россіи.

ВМѢСТѢ СЪ ГАЗЕТОЙ 8 руб. 60 к. Д. опускается безъ газеты при подпискѣ 2 руб.
„ОБНОВЛЕННАЯ РОССІЯ“ 60 к. Д. разсрочка: съ газетой при подпискѣ 4 р. 60 к.

Подписка принимается въ Главной Конторѣ «ПРИРОДА и ЛЮДИ»

С.-Петербургъ, Стремянная, 12, собств. д. Изд. П. П. Сойкинъ.