

№ 522.

ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

— И —

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

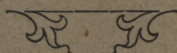
ИЗДАВАЕМЫЙ

В. А. ГЕРНЕТОМЪ

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

Привать-Доцента В. ф. КАГАНА.

XLIV-го Семестра № 6-й.



ОДЕССА.

Типографія Акц. Южно-Русскаго О-ва Печ. Дѣла. Пушкинская, 18.

1910.

<http://vofem.ru>

2740ж

Н. С. Дрентельнъ.

УКАЗАТЕЛЬ

лучшихъ общедоступныхъ книгъ

по физикѣ и физическимъ знаніямъ,

съ руководящими характеристиками.

Пособіе для самостоятельныхъ занятій и справокъ лицамъ, имѣющимъ подготовку среднеучебнаго заведенія или городского четырехкласснаго училища (частью и меньшую), а также для учащихся и учащихся.

Цѣна 75 коп.

Предлагаемый трудъ содержитъ достаточную для многихъ цѣлей **выборку** изъ нашей „общедоступной“ литературы по физикѣ и физическимъ знаніямъ (въ общемъ 155 названій книгъ и 38 статей въ повременныхъ изданіяхъ).

Н. С. Дрентельнъ. **ПОСОБІЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ ПО ФИЗИКѣ ВЪ СРЕДНЕЙ ШКОЛѢ.** Съ вопросами для упражненія и 63 рис. XI + 208 стр. Изд. Т-ва И. Д. Сытина, 1908. Ц. 90 к.

Его-же. **ПРОСТЫЕ ФИЗИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ и ПРИБОРЫ.** IV + 52 стр. съ 48 рис. Изд. Т-ва И. Д. Сытина, 1908. Ц. 40 к.

Его-же. **ФИЗИКА ВЪ ОБЩЕДОСТУПНОМЪ ИЗЛОЖЕНІИ.** Пособіе для обученія и самообразования. Книга содержитъ основныя свѣдѣнія изъ физики, изложенныя въ связи съ повседневными явленіями и безъ помощи математическихъ формулъ; надлежащее мѣсто отведено обобщающимъ началамъ и современнымъ открытіямъ. XVIII + 808 стр. со многими вопросами для упражненія и 517 рис. Ц. 2 р. 85 к. Изданіе Т-ва И. Д. Сытина, 1909.

Вѣстникъ Опытной Физики

И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 522.

Содержаніе: О геометрическихъ построеніяхъ съ помощью линейки при условіи, что дана неизмѣнная дуга круга съ центромъ. *Проф. Д. Мордухай-Болтовского.* — Къ терминологіи начальной физики. *Д. Хмырова.* — Міровой эфиръ. *Проф. О. Лоджа.* (Продолженіе). — Рецензіи: А. Кисилевъ. Начала дифференціального и интегрального исчисленій. *Проф. Д. Синцова.* — Задачи №№ 336 — 341 (5 сер.). — Рѣшенія задачъ № 235 (5 сер.). — Объявленія.

О геометрическихъ построеніяхъ съ помощью линейки при условіи, что дана неизмѣнная дуга круга съ центромъ.

Проф. Д. Мордухай-Болтовского.

§ 1. Къ числу классическихъ произведеній по геометріи безспорно принадлежитъ изслѣдованіе Штейнера. „Die geometrischen Konstruktionen, ausgeführt mittels der geraden Linie und eines festen Kreises *), въ которомъ великій геометръ даетъ рѣшеніе ряда геометрическихъ задачъ не съ помощью циркуля и линейки, а съ помощью одной линейки, но при условіи, что на плоскости чертежа вычерченъ кругъ съ центромъ въ опредѣленной точкѣ.

Можно сказать, что онъ рѣшаетъ рядъ геометрическихъ задачъ при условіи, что изъ двухъ инструментовъ: циркуля и линейки первый примѣняется только разъ, именно, для вычерчиванія вышеупомянутаго (Штейнеровскаго) круга, всѣ же остальные построенія производятся съ помощью одной линейки.

*) Имѣется русскій переводъ: Якобъ Штейнеръ „Геометрическія построенія, выполняемые посредствомъ прямой линіи и неподвижнаго круга“. Переводъ студентовъ П. М. Ерохина и Р. И. Гольдберга подъ редакціей проф. Д. М. Синцова. Харьковъ. 1910. Отзывъ см. „Вѣстникъ Оп. Физики и Эл. Математики“, № 512.

Вообразимъ себѣ, что, взявъ въ руки циркуль и линейку для рѣшенія какой-либо задачи на построение, мы при оперированіи циркулемъ сломали его, успѣвъ вычертить только одинъ кругъ. Какъ поступать дальше? Штейнеровскія построенія всегда дадутъ на это отвѣтъ.

Штейнеръ доказалъ, что всѣ задачи второго порядка, т. е. всѣ тѣ задачи, которыя могутъ быть разрѣшены съ помощью циркуля и линейки, могутъ быть разрѣшены съ помощью одной линейки при условіи, что мы имѣемъ на чертежѣ вычерченный кругъ съ центромъ.

Такимъ образомъ, катастрофа съ циркулемъ при упомянутомъ выше обстоятельстве не можетъ послужить основаніемъ къ тому, чтобы мы отказались отъ рѣшенія той задачи на построение, которую мы рассчитывали рѣшить, не предвидя этой катастрофы.

Какъ мы ниже увидимъ, нѣтъ необходимости, чтобы была вычерчена вся окружность, можетъ быть вычерчена только часть ея, но при этомъ слѣдуетъ прибавить, что эта часть должна быть достаточно велика. Если до катастрофы циркуля мы успѣемъ вычертить только очень малую дугу, то непосредственное примѣненіе Штейнеровскаго построенія не дастъ уже рѣшенія и можетъ явиться сомнѣніе въ возможности выйти изъ затрудненія. Главная цѣль настоящей статьи разсѣять это сомнѣніе.

Познакомивъ читателя вкратцѣ съ нѣкоторыми Штейнеровскими построеніями, мы докажемъ, что всѣ задачи второго порядка могутъ быть разрѣшены съ помощью одной линейки при условіи, что дана сколь угодно малая дуга круга съ ея центромъ.

§ 2. Рѣшеніе всякой задачи 2-го порядка приводитъ къ построенію выраженія, содержащаго только квадратные радикалы. Всякое такое выраженіе будетъ построено, если будутъ построены простѣйшія выраженія слѣдующихъ типовъ:

$$1) a \pm b,$$

$$2) \frac{ac}{b},$$

$$3) \sqrt{a^2 + b^2},$$

$$4) \sqrt{ab}.$$

Первыя три выраженія мы построимъ, если будемъ обладать средствами рѣшать слѣдующія простѣйшія геометрическія задачи:

- 1) проводить изъ точки M прямую MN , параллельную данной прямой AB ;
- 2) переносить отрезокъ AB на данную прямую MN , начиная отъ данной точки M ;
- 3) возстановлять и опускать перпендикуляры.

Построение выражения 4-го — это задача совершенно особого рода.

Для построения выражения \sqrt{ab} недостаточно знать решения 3-х упомянутых элементарных задач.

Какъ известно, эта 4-ая задача, т. е. построение выражения \sqrt{ab} , рѣшается такъ.

На прямой AB описывается окружность діаметра $AB = a + b$, изъ точки P , для которой $PA = a$, возстановляется перпендикуляръ PQ къ AB . Если Q есть точка пересѣченія этого перпендикуляра съ окружностью, то $PQ = \sqrt{ab}$.

Теперь замѣтимъ еще, что 3-ю задачу мы можемъ замѣнить другой, болѣе простой. Легко видѣть, что, если мы умѣемъ проводить какой-нибудь перпендикуляръ къ AB и проводить прямую, параллельную данной (т. е. рѣшать 1-ую задачу), то мы будемъ въ состояніи рѣшить и 3-ью задачу, т. е. провести перпендикуляръ черезъ определенную точку, лежащую внѣ прямой AB .

Мы докажемъ, что съ помощью линейки и Штейнеровскаго круга возможно рѣшеніе упомянутыхъ 4-хъ элементарныхъ геометрическихъ задачъ; тогда будетъ доказано, что и этими средствами возможно рѣшеніе любой задачи 2-го порядка.

§ 3. Остановимся сперва на первой изъ задачъ. Мы послѣдовательно докажемъ:

- 1) что въ Штейнеровскій кругъ возможно съ помощью линейки вписать прямоугольникъ $ABCD$;
- 2) что, имѣя на чертежѣ параллелограммъ (въ частности прямоугольникъ), можно проводить параллельныя съ помощью одной только линейки.

Для построения прямоугольника достаточно взять какія угодно двѣ точки A, B на Штейнеровской окружности и соединить ихъ съ центромъ O . Пусть C и D будутъ соответственно иныя, чѣмъ A и B , точки пересѣченія прямыхъ AO и BO съ кругомъ. Тогда въ четырехугольникѣ $ABCD$ $\angle B = \angle C = \angle D = \angle A = d$, и $ABCD$ представляетъ собой прямоугольникъ.

Теперь покажемъ, какимъ образомъ съ помощью параллелограмма и линейки возможно построение параллельныхъ прямыхъ.

Построения съ помощью одной линейки при данномъ параллелограммѣ въ большинствѣ случаевъ основываются на слѣдующемъ весьма простомъ построеніи.

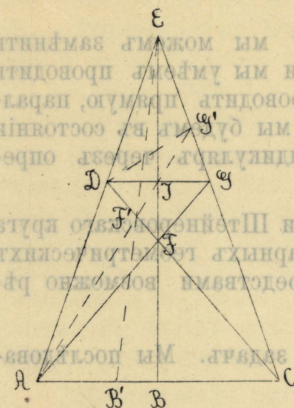
а) Построение изъ точки D прямой $DG \parallel AC$ при условіи, что на AC имѣемъ два равныхъ отрезка $AB = BC$.

Рѣшеніе состоитъ въ слѣдующемъ (черт. 1): соединяютъ A съ D , проводятъ какую-нибудь прямую BE и точку пересѣченія E прямыхъ AD и BE соединяютъ съ C . Проведя прямую DC , точку пересѣченія ея F съ BE соединяютъ съ A . Если AF пересѣчетъ EC въ точкѣ G , то DG и будетъ искомая прямая, параллельная AC .

β) Тотъ же чертежъ даетъ намъ рѣшеніе слѣдующей задачи: даны $DG \parallel AC$ и отрезокъ AC ; разделить AC пополамъ съ помощью одной линейки.

Рѣшеніе состоитъ въ слѣдующемъ: проводить AE и CE ; соединяютъ D съ C , G съ A и точку пересѣченія F прямыхъ DC и GA соединяютъ съ E . Прямая EF пересѣкаетъ отрезокъ AC въ точкѣ B такъ, что $AB = BC$.

Мы докажемъ сперва это второе построение. Въ самомъ дѣлѣ:



Черт. 1.

$$\frac{AB}{BC} = \frac{DI}{IG} \quad (1)$$

Изъ подобія треугольниковъ ABF и IGF имѣемъ:

$$\frac{AB}{IG} = \frac{BF}{FI},$$

и такимъ же образомъ:

$$\frac{BC}{DI} = \frac{BF}{FI},$$

откуда

$$\frac{BC}{AB} = \frac{DI}{IG} \quad (2)$$

Сравнивая равенства (1) и (2), имѣемъ:

$$\frac{AB}{BC} = \frac{BC}{AB},$$

откуда

$$AB = BC.$$

Какъ слѣдствіе, отсюда вытекаетъ, что $DI = IG$.

Положимъ теперь, что при построеніи а) мы получили прямую DG , не параллельную прямой AC . Взявъ тогда $DG \parallel AC$ и произведя построеніе β), мы получимъ точку B' въ серединѣ отрезка AC . Но, по условію, B находится въ серединѣ AC , и поэтому B' совпадаетъ съ B . Но тогда F' , какъ точка пересѣченія EB съ DC , совпадаетъ съ F , а, слѣдовательно, и G съ G ; такимъ образомъ, $DG \parallel AC$, вопреки сдѣланному предположенію.

Переходя къ построенію параллельныхъ съ помощью линейки при данномъ параллелограммѣ $ABCD$, мы будемъ различать 2 случая:

- 1) частный: проведеніе прямыхъ, параллельныхъ его сторонамъ;
- 2) общій случай: проведеніе любыхъ параллельныхъ прямыхъ.

1) Для опредѣленія середины одной изъ сторонъ параллелограмма — напимѣръ, AD — производимъ построеніе β) (черт. 2).

Зная же эту середину G , мы можем проводить съ помощью построения а) прямую, параллельную AD .

2) Для проведения съ помощью построения а) прямой, параллельной PR (черт. 3), достаточно найти середину отрезка PR , содержащегося между прямыми AB и CD . Съ этой цѣлью проводимъ изъ центра O параллелограмма: $OQ \parallel AB \parallel CD$, что мы можемъ выполнить такъ какъ AB и CD суть стороны параллелограмма.

Легко видѣть, что

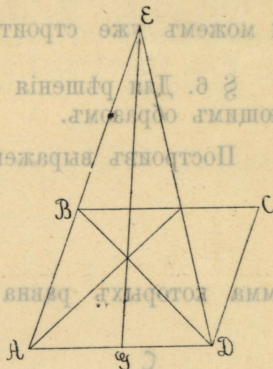
$$\frac{PQ}{QR} = \frac{AI}{ID} = 1.$$

§ 4. Покажемъ теперь, какимъ образомъ съ помощью одной линейки и Штейнероваго круга возможно производить перенесеніе отрезковъ (рѣшеніе задачи 2-й).

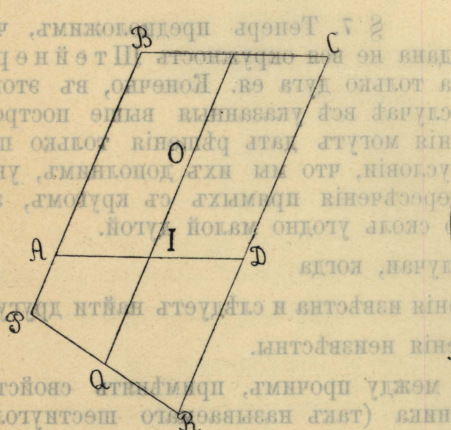
Для перенесенія отрезка AB (черт. 4) на прямую MN такъ, чтобы отрезокъ начинался съ точки M , проводимъ изъ центра O Штейнероваго круга прямую: $OC \parallel AB$, затѣмъ AO и $BC \parallel AO$; тогда, очевидно, OC будетъ \parallel и $= AB$.

Если теперь провести $OD \parallel MN$ и если E есть точка пересѣченія прямой OC съ кругомъ, а F есть точка пересѣченія прямой OD съ кругомъ, то, проведя $CD \parallel EF$, имѣемъ:

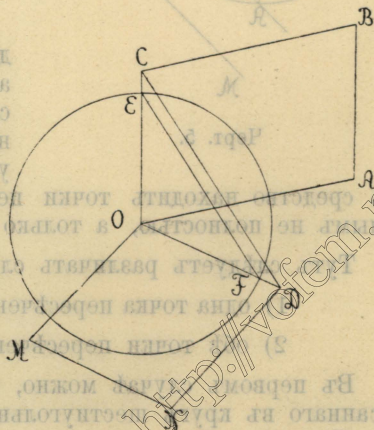
$$\frac{OC}{OD} = \frac{OE}{OF} = 1, \quad OC = OD.$$



Черт. 2.



Черт. 3.



Черт. 4.

Проводемъ затѣмъ OM и $DN \parallel OM$, получаемъ:

$$MN = OD = OC = AB.$$

§ 5. Для проведения къ прямой MN (черт. 5) какого-нибудь перпендикуляра можно провести $AB \parallel MN$ такъ, что AB пересѣчетъ Штейнеровскій кругъ въ двухъ точкахъ A и B . Соединяя A съ O , а C , точку пересѣченія прямой AO съ кругомъ, съ B , получаемъ:

$$CB \perp MN.$$

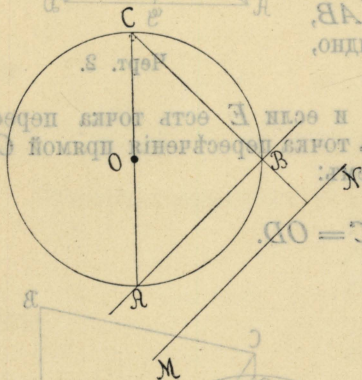
Замѣтимъ далѣе, что съ помощью построеній, нами изложенныхъ, мы можемъ уже строить выраженіе $\frac{ac}{b}$.

§ 6. Для рѣшенія 4-ой задачи § 2-го мы можемъ поступить слѣдующимъ образомъ.

Построивъ выраженія

$$\frac{2aR}{a+b} \text{ и } \frac{2bR}{a+b},$$

сумма которых равна $2R$, т. е. диаметру Штейнеровскаго круга, мы можем, пользуясь этим кругом, построить и среднее геометрическое ихъ (стр. 83)



Черт. 5.

$$\omega = \frac{2R}{a+b} \sqrt{ab},$$

а по ω построимъ уже выраженіе

$$\frac{(a+b)\omega}{2R} = \sqrt{ab}.$$

§ 7. Теперь предположимъ, что дана не вся окружность Штейнера, а только дуга ея. Конечно, въ этомъ случаѣ всѣ указанныя выше построения могутъ дать рѣшенія только при условіи, что мы ихъ дополнимъ, указавъ средство находить точки пересѣченія прямыхъ съ кругомъ, заданнымъ не полностью, а только сколь угодно малой дугой.

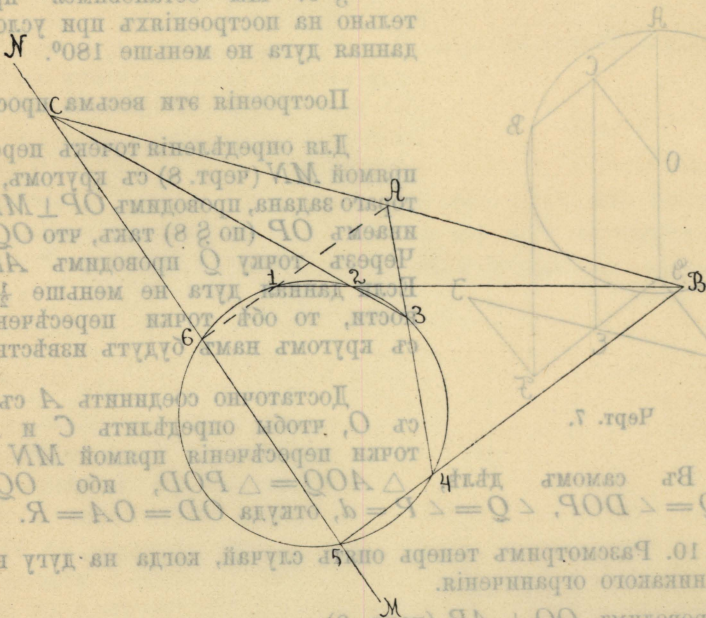
Тутъ слѣдуетъ различать случаи, когда

- 1) одна точка пересѣченія извѣстна и слѣдуетъ найти другую;
- 2) обѣ точки пересѣченія неизвѣстны.

Въ первомъ случаѣ можно, между прочимъ, примѣнять свойство вписаннаго въ кругъ шестиугольника (такъ называемаго шестиугольника Паскаля^{*)}).

*) Давидовъ. „Элементарная геометрія въ объемѣ гимназическаго курса“. 1907, стр. 112.

Это свойство состоитъ въ томъ, что, если взять противоположныя стороны (6, 1) и (3, 4), (1, 2) и (4, 5), (2, 3) и (5, 6) шестиугольника Паскаля, то точки пересѣченія A, B, C этихъ паръ прямыхъ лежатъ на одной прямой ABC . Отсюда вытекаетъ такое построение точки пересѣченія (6) окружности Штейнера съ прямой MN , при условіи, что другая точка пересѣченія (5) намъ извѣстна. Берутъ (черт. 6) на заданной дугѣ 5 точекъ (1), (2), (3), (4) и данную точку (5). Проводятъ прямыя (1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5), а затѣмъ точки пересѣченія B прямыхъ (1, 2) и (4, 5) и C прямыхъ MN и (2, 3) соединяютъ прямой BC . Точку пересѣченія A прямыхъ (3, 4) и BC соединяютъ съ точкой (1) прямой ($A1$); тогда точка пересѣченія этой прямой съ MN и будетъ искомая точка (6).



Черт. 6.

§ 8. Переходя ко второму, болѣе сложному случаю, замѣтимъ, что, какъ бы ни была мала дуга Штейнеровскаго круга, мы можемъ всегда:

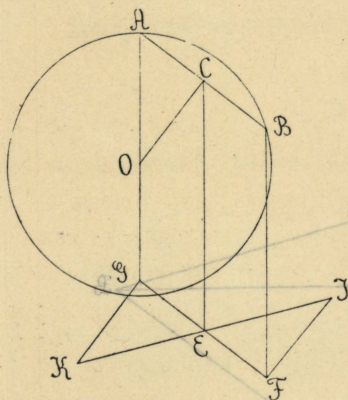
- 1) проводить параллельныя;
- 2) возстановлять и опускать перпендикуляры.

Въ самомъ дѣлѣ, для построения прямоугольника, вписаннаго въ кругъ, достаточно взять двѣ точки A, B на дугѣ и опредѣлить, по правиламъ предыдущаго §-а, точки D и C пересѣченія прямыхъ AO и BO съ кругомъ. Имѣя же прямоугольникъ, мы можемъ строить параллельныя.

Рѣшеніе же второй задачи при умѣніи проводить параллельныя сводится къ построенію какого угодно перпендикуляра къ данной прямой MN .

Взявъ точку A на данной дугѣ, легко опредѣляемъ на ней точки C и B такъ, чтобы было $AB \parallel MN$ (по §§ 5 и 7), $CB \perp MN$. Какъ слѣдствіе, отсюда вытекаетъ возможность удвоенія отрезковъ.

Пусть требуется удвоить отрезокъ EI (черт. 7). Изъ центра O проводимъ $OC \perp AB$, гдѣ AB есть хорда на данной дугѣ. Изъ точки E проводимъ $GEF \parallel AB$, точку C соединяемъ съ E и проводимъ $BF \parallel CE$ и $AG \parallel CE$. Соединяемъ I съ F и проводимъ $GK \parallel IF$. Легко убѣдиться, что $KE = EI$.



Черт. 7.

§ 9. Мы остановимся предварительно на построеніяхъ при условіи, что данная дуга не меньше 180° .

Построенія эти весьма просты.

Для опредѣленія точекъ пересѣченія прямой MN (черт. 8) съ кругомъ, дуга котораго задана, проводимъ $OP \perp MN$. Удваиваемъ OP (по § 8) такъ, что $OQ = OP$. Черезъ точку Q проводимъ $AB \parallel MN$. Если данная дуга не меньше $\frac{1}{2}$ окружности, то обѣ точки пересѣченія AB съ кругомъ намъ будутъ извѣстны.

Достаточно соединить A съ O и B съ O , чтобы опредѣлить C и D , т. е. точки пересѣченія прямой MN съ кругомъ. Въ самомъ дѣлѣ, $\triangle AOQ = \triangle POD$, ибо $OQ = OP$, $\angle AOQ = \angle DOP$, $\angle Q = \angle P = d$, откуда $OD = OA = R$.

§ 10. Разсмотримъ теперь опять случай, когда на дугу не налагается никакого ограниченія.

Проводимъ $OQ \perp AB$ (черт. 9).

Проводимъ произвольную прямую QR и $OS \perp QR$. Удваиваемъ OS такъ, чтобы $RS = OS$. Къ OR проводимъ перпендикулярно UK .

Можетъ случиться, что UV пересѣчетъ данную дугу. Если же UV не пересѣчетъ ея, то беремъ вмѣсто QR другую прямую QR' .

Можетъ случиться, что перпендикулярная къ OR' прямая $U'V'$ пересѣчетъ данную дугу. Но возможно также, что пересѣченія не произойдетъ; при этомъ слѣдуетъ различать два случая:

- 1) данная дуга заключается между точками U , U' , что будетъ въ томъ случаѣ, если уголъ $UW'U'$, образованный прямыми UV и $U'V'$, содержитъ данную дугу;
- 2) точка U' остается съ той же стороны отъ данной дуги, что и точка U , что будетъ въ томъ случаѣ, если дуга находится внѣ угла $UW'U'$.

Въ первомъ случаѣ, проведя прямую QR'' между прямыми QR и QR' , получаемъ, съ помощью тѣхъ же построений, что были сдѣланы для QR и QR' , прямую $U''V''$, перпендикулярную къ OR'' и пересекающую окружность въ точкѣ U'' , лежащей между U и U' .

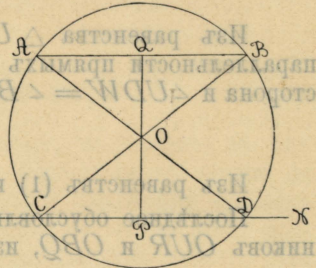
Можетъ случиться, что точка U'' окажется какъ разъ на заданной дугѣ. Въ противномъ же случаѣ мы всегда можемъ указать, между какими точками U и U'' или U' и U'' заключается данная дуга.

Проведя QR''' между QR и QR'' или QR' и QR'' , строимъ прямую $U'''V'''$, пересекающую окружность въ точкѣ U''' , либо лежащей на данной дугѣ, либо находящейся внѣ ея, и въ последнемъ случаѣ мы можемъ указать, между какими точками U и U''' , или U' и U''' , или U'' и U''' находится данная дуга. Поступая такимъ же образомъ дальше, мы будемъ получать прямые $U^{(k)}V^{(k)}$, $U^{(l)}V^{(l)}$ такія, что либо одна изъ точекъ $U^{(k)}$ или $U^{(l)}$ лежитъ на данной дугѣ, либо же эта дуга находится между точками $U^{(k)}$ и $U^{(l)}$. Но, такъ какъ по мѣрѣ увеличенія числа этихъ построений дуги $U^{(k)}U^{(l)}$ бесконечно убываютъ, то послѣ конечнаго числа пробъ мы получимъ дугу $U^{(k)}U^{(l)}$ меньшую, чѣмъ заданная, и, слѣдовательно такую, что одна изъ точекъ $U^{(k)}$ или $U^{(l)}$ должна оказаться на заданной дугѣ.

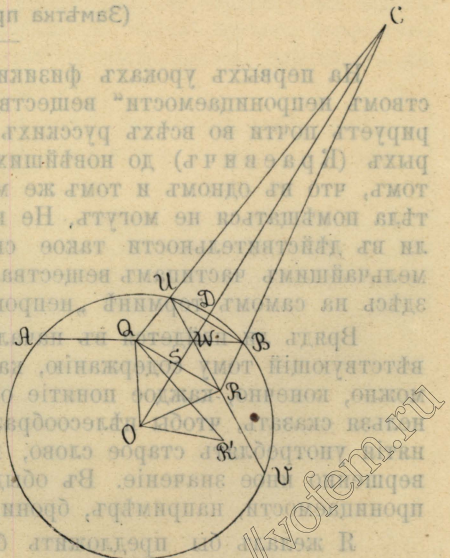
Если бы точки U , U' оказались по одну сторону отъ данной дуги, то, замѣняя QR' прямою QR'' , образующей съ QR достаточно большой уголъ, мы (послѣ конечнаго числа пробъ) получимъ прямую $U''V''$ такую, что заданная дуга окажется между U и U'' и въ дальнѣйшемъ намъ придется произвести рядъ указанныхъ выше построений.

Такимъ образомъ, послѣ конечнаго числа пробъ мы всегда достигнемъ прямой $U^{(l)}V^{(l)}$, пересекающей заданную дугу.

Предполагая теперь, что UV пересекаетъ дугу и U есть точка ея пересѣченія съ этой дугой, для опредѣленія точекъ пересѣченія AB съ Штейнеровскимъ кругомъ мы должны произвести слѣдующія по-



Черт. 8.



Черт. 9.

строения: Q соединить съ U , точку пересѣченія C прямыхъ OS и QU соединить съ R . Тогда B будетъ точкой пересѣченія AB съ Штейнеровскимъ кругомъ.

Въ самомъ дѣлѣ, на основаніи § 3 заключаемъ, что $UB \parallel QR$. Изъ равенства $\triangle QWS$ и $\triangle RWS$ слѣдуетъ, что

$$QW = WR. \quad (1)$$

Изъ равенства $\triangle UWD$ и $\triangle BWD$ (въ которыхъ, вслѣдствіе параллельности прямыхъ UB и QR , $UD = DB$, WD есть общая сторона и $\angle UDW = \angle BDW = d$) слѣдуетъ, что

$$UW = WB. \quad (2)$$

Изъ равенствъ (1) и (2) вытекаетъ, что $QB = RU$.

Послѣднее обуславливаетъ равенство прямоугольныхъ треугольниковъ OUR и OBQ , изъ котораго слѣдуетъ, что

$$OB = OU = R,$$

т. е. что точка B лежитъ на окружности.

Къ терминологіи начальной физики.

(Замѣтка преподавателя).

На первыхъ урокахъ физики учащіеся знакомятся со „свойствомъ непроницаемости“ вещества. Свойство непроницаемости фигурируетъ почти во всѣхъ русскихъ учебникахъ физики отъ болѣе старыхъ (Краевичъ) до новѣйшихъ (Цингеръ). Заключается оно въ томъ, что въ одномъ и томъ же мѣстѣ пространства одновременно два тѣла помѣщаться не могутъ. Не касаясь вопроса о томъ, существуетъ ли въ дѣйствительности такое свойство, хотя бы въ примѣненіи къ мельчайшимъ частицамъ вещества, или нѣтъ, я хотѣлъ бы остановиться здѣсь на самомъ терминѣ „непроницаемость“.

Врядъ ли найдется въ начальной физикѣ терминъ, менѣе соответствующій тому содержанію, какое въ него вкладывается. Условно можно, конечно, каждое понятіе обозначать какимъ угодно словомъ, но нельзя сказать, чтобы цѣлесообразно было для обозначенія новаго понятія употреблять старое слово, имѣющее вполне определенное и совершенно иное значеніе. Въ обыденной жизни можно говорить о непроницаемости, напримѣръ, брони, но никакъ не жидкости или воздуха.

Я желалъ бы предложить болѣе подходящий терминъ. Мнѣ кажется, что слово „несовмѣстимость“ достаточно точно и определенно выражаетъ мысль, что въ одномъ и томъ же мѣстѣ пространства не могутъ одновременно находиться два тѣла. И если требуется непременно обращать вниманіе учащихся на это гипотетическое, недоказуемое и крайне сомнительное „свойство вещества“, то я бы уже предпочелъ называть это свойство свойствомъ несовмѣстимости.

Д. Хмыровъ.

Міровой эфиръ.

Проф. О. Лоджа.

(Продолженіе *).

У.

Особый опытъ надъ вязкостью эфиръ.

Пока что вѣсы доказательствъ, повидимому, склоняются въ сторону взгляда, что никакого эфирнаго потока относительно земли не существуетъ; другими словами, эфиръ по близости отъ земли по отношению къ ней неподвиженъ, и земля увлекаетъ съ собою весь прилегающій къ ней эфиръ или большую его часть. Взглядъ этотъ, если онъ вѣренъ, долженъ до крайности усложнить теорію обыкновенной астрономической абераціи, какъ это было выяснено въ началѣ предыдущей главы.

Однако, теперь мы поставимъ вопросъ иначе. Можетъ ли вообще матерія, при своемъ движеніи, увлекать съ собою сосѣдній эфиръ? Оставимъ въ сторонѣ землю: движеніе ея весьма быстро, но совершенно незамѣтно, и результатъ здѣсь всегда получается отрицательный. Возьмемъ такой кусокъ вещества, съ которымъ можно производить опыты, и посмотримъ, увлекаетъ ли онъ за собою эфиръ хоть сколько-нибудь.

Такой именно опытъ я лично рѣшилъ продѣлать и продѣлалъ въ теченіе 1891—97 годовъ. Въ существенныхъ чертахъ его можно описать слѣдующимъ образомъ.

Возьмемъ стальной дискъ или, лучше, пару большихъ стальныхъ дисковъ, по аршину въ діаметрѣ, скрѣпленныхъ вмѣстѣ, съ просвѣтомъ между ними. Установимъ эту систему на вертикальной оси и закрутимъ ее, какъ волчокъ, такъ быстро, какъ только она можетъ выдержать, не разрываясь на части. Затѣмъ возьмемъ параллельный пучокъ свѣтовыхъ лучей и расщепимъ его на двѣ части полупрозрачнымъ зеркаломъ *M* — кускомъ стекла, посеребреннымъ столь тонко, что онъ половину свѣта пропускаетъ насквозь, а другую половину отражаетъ, — приблизительно такъ, какъ показано на рис. 7; заставимъ обѣ эти половины нѣсколько разъ описать въ пространствѣ между дисками замкнутый путь въ противоположныхъ направленіяхъ. Лучи могутъ пройти такимъ образомъ разстояніе въ 20, 30 или 40 футовъ. Въ концѣ концовъ, сведемъ ихъ вмѣстѣ и пропустимъ черезъ зрительную трубу. Если бы они прошли совершенно тождественныя разстоянія, то они не дали бы никакой интерференціи, но обыкновенно разстоянія эти будутъ различаться на одну сотысячную дюйма или около того, а этого вполне достаточно для того, чтобы получилась интерференція.

Зеркала, заставляющія свѣтъ отражаться и нѣсколько разъ обходить по замкнутому контуру между дисками, показаны на рис. 11. Если они образуютъ точный квадратъ, то послѣднія два изображенія совпадутъ; если же зеркала наклонены другъ къ другу на углы, хоть сколько-нибудь отличающіеся отъ 90° и 180° , то послѣднее изображеніе раздѣляется на два, и интерференціонныя полосы можно разсматривать, какъ слѣдствіе существованія этихъ двухъ источниковъ свѣта. Центральная свѣтлая полоса дѣлится перпендикулярно пополамъ разстояніе между этими двумя источниками, а величина ихъ раздвиженія опредѣляетъ ширину полосъ. Здѣсь много интересныхъ оптическихъ деталей, въ разсмотрѣніе которыхъ я, однако, входить не буду.

Наблюденіе должно рѣшить вопросъ, способно ли движеніе дисковъ замѣстить свѣтлую полосу темною, и обратно. Если да, то это будетъ значить, что одинъ изъ полупучковъ, — именно тотъ, который движется въ томъ же направленіи, какъ и диски, — получаетъ нѣкоторый избытокъ скорости, эквивалентный сокращенію пути приблизительно на одну четырехмилліонную долю дюйма на протяженіи всей длины въ 30 футовъ; между тѣмъ какъ другой полупучокъ, т. е. двужущійся навстрѣчу дискамъ, замедляется, или путь его какъ-бы удлиняется на ту же величину.

Если это ускореніе и замедленіе въ дѣйствительности существуетъ, то тѣ волны, которыя не интерферировали при встрѣчѣ, пока диски не были приведены въ движеніе, теперь будутъ интерферировать, потому что одинъ пучокъ будетъ отставать отъ другого на полъ-волны.

Постепенное измѣненіе свѣтлыхъ мѣстъ въ темныя, и наоборотъ, представляется наблюдателю, смотрящему на полосы, какъ постепенное измѣненіе положенія свѣтлыхъ полосъ, или смѣненіе полосъ. Смѣненіе полосъ, — въ частности средней бѣлой полосы, гораздо болѣе устойчивой, чѣмъ другія, — и есть именно то, что мы ожидаемъ увидѣть. Средняя полоса свободна или, по крайней мѣрѣ, должна быть свободна отъ движенія, подобнаго движенію гармоніи, способнаго смѣстить другія полосы.

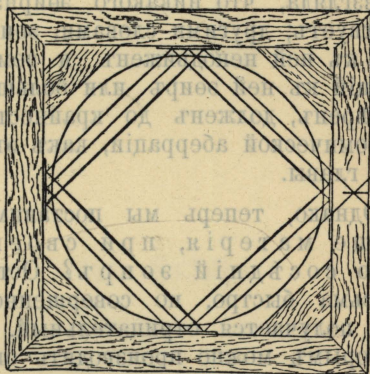


Рис. 11.

Чертежъ оптической рамы для „эзирной машины“; внутри рамы находятся стальныя диски, по аршину въ діаметрѣ. Самый аппаратъ изображенъ на рис. 13 и 14, а также на рис. 12.

М — полупрозрачное зеркало, наполовину отражающее падающій пучекъ лучей и наполовину пропускающее. Каждый изъ двухъ пучковъ трижды обходитъ квадратный контуръ въ противоположныхъ направленіяхъ, а затѣмъ оба пучка соединяются. Это — расширеніе идеи, выражаемой рис. 7.

Сначала я видѣлъ сильное смѣщеніе. Въ первомъ опытѣ, по мѣрѣ ускоренія движенія дисковъ, полосы плыли поперекъ поля зрѣнія, пока средняя полоса не проходила разстояніе въ полторы полосы. Условія были таковы, что, если бы эфиръ закручивался съ полною скоростью дисковъ, то я увидѣлъ бы смѣщеніе на три полосы. Въ дѣйствительности было очень похоже на то, что свѣтъ воспринимаетъ половину скорости движущейся матеріи, — какъ разъ такъ, какъ это происходитъ внутри воды.

Послѣ остановки дисковъ полосы возвращались въ прежнее положеніе. При закручиваніи дисковъ въ противоположную сторону полосы должны были сдвинуться на столько же въ противоположномъ направленіи, если эффектъ происходилъ отъ той именно причины, которая была предположена. Однако, этого не случилось: онѣ сдвинулись въ томъ же направленіи, какъ и раньше.

Смѣщеніе оказалось, такимъ образомъ, обманчивымъ; оно произошло отъ центробѣжнаго движенія воздуха, растекавшагося отъ дисковъ. Зеркала и станокъ слѣдовало защитить отъ этого. Пришлось сдѣлать еще много другихъ небольшихъ измѣненій, благодаря которымъ это обманчивое смѣщеніе постепенно становилось все меньше и меньше, — главнымъ образомъ, благодаря искусству и терпѣнію моего ассистента, г. Бенжамена Дэвіеса; въ концѣ концовъ, сохранились лишь слѣды этого смѣщенія.

Однако, опытъ самъ по себѣ не легокъ. Кромѣ давленія, производимаго вѣтромъ при большихъ скоростяхъ, появляется сильное нагрѣваніе воздуха вслѣдствіе тренія. Къ тому же дрожаніе вращающей машины, въ которой иногда примѣнялись отъ четырехъ до девяти лошадиныхъ силъ, вполне способно передаваться оптической части аппарата. Конечно, противъ этого принимались сложныя предосторожности. Несмотря на то, что обѣ части, механическая и оптическая, столь тѣсно между собою связаны, ихъ основанія совершенно другъ отъ друга независимы. Но они по необходимости должны опираться на одну и ту же землю, а потому передача сотрясеній не вполне отсутствуетъ. Эти сотрясенія и являются главной причиной небольшого остаточнаго дрожанія.

Весь опытъ со всѣми деталями описанъ въ журналѣ „Philosophical Transactions of the Royal Society“ за 1893 и 1897 годы. Тамъ же описаны и нѣкоторыя дальнѣйшія видоизмѣненія, при которыхъ вращающіеся диски электризовались, — также безъ оптическаго эффекта, — и намагничивались; вѣрнѣе сказать, стальные диски замѣнялись большою массою желѣза, сильно намагничиваемой токомъ.

Эффектъ, однако, постоянно равнялся нулю, если только исключались всѣ обманчивыя явленія; отсюда ясно, что ни при какой практически-достижимой скорости вещество, даже если оно будетъ наэлектризовано или намагничено, отнюдь не оказываетъ на эфиръ замѣтнаго увлекающаго воздѣйствія. Атомы, колеблющіеся или вращающіеся съ достаточной скоростью, необходимо должны приводить эфиръ въ колебаніе, — въ противномъ случаѣ они не испускали бы ни свѣта,

ни каких бы то ни было других излучений; но, повидимому, ни въ одномъ случаѣ при равномерномъ движеніи сквозь эфиръ они не увлекаютъ его съ собою и не встрѣчаютъ сопротивленія. Подобный эффектъ можетъ произвести только ихъ ускореніе.

Въ свѣтъ электронной теоріи Лармора мы знаемъ теперь, что ускореніе атомовъ, или, лучше сказать, заряда, расположеннаго на атомѣ, необходимо ведетъ къ излученію, пропорціональному по своей величинѣ квадрату ускоренія, каково бы оно ни было — танген-

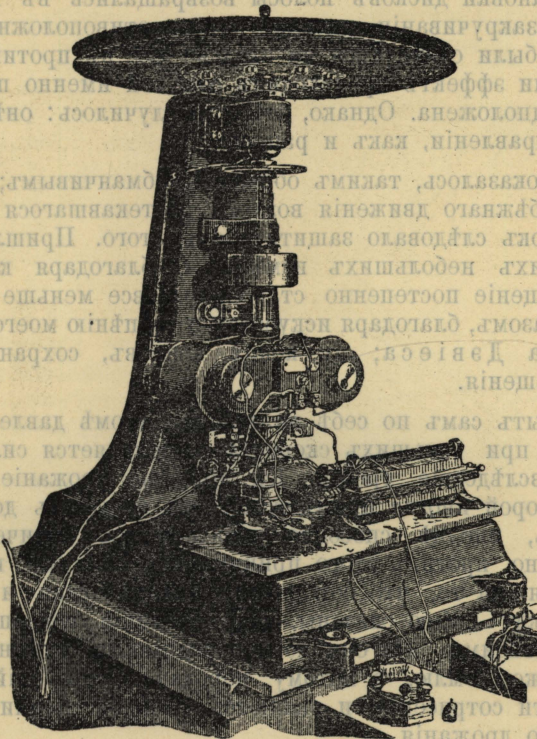


Рис. 12.

Общій видъ крутильной части „эфирной машины“ съ двумя стальными дисками и моторомъ. цпальное или нормальное. Нѣтъ никакого теоретическаго основанія къ допущенію какого-нибудь вліянія постоянной скорости. Даже вліяніе ускоренія чрезвычайно мало при обычныхъ условіяхъ. Только при такихъ насильственныхъ явленіяхъ, какъ столкновенія, эфирныя волны возбуждаются легко. Въ опытѣ, о которомъ мы говоримъ, ускореніе не играетъ роли: въ немъ изслѣдуется вязкость. Членъ же, зависящій отъ ускоренія, существуетъ даже при движеніи сквозь идеальную жидкость.

Заключеніе, къ которому я пришелъ въ 1892 и 1893 году, выражено мною такъ (стр. 777 тома 184-го „Phil. Trans. of the R. S.“):

„Я утверждаю, что эфиръ между дисками либо совершенно не затрагивается ихъ движеніемъ, либо, если и затрагивается, то на величину, меньшую одной тысячной. Точнѣе, я предпочелъ бы утверждать, что скорость свѣта между двумя стальными пластинками, отстоящими одна отъ другой на дюймъ и движущимися заодно, каждая въ своей плоскости, не увеличивается и не уменьшается даже на $\frac{1}{200}$ -ую часть ихъ скорости.

Такое заключеніе я сдѣлалъ въ 1893 году: но съ тѣхъ поръ наблюденія продолжались, и теперь съ полной увѣренностью можно

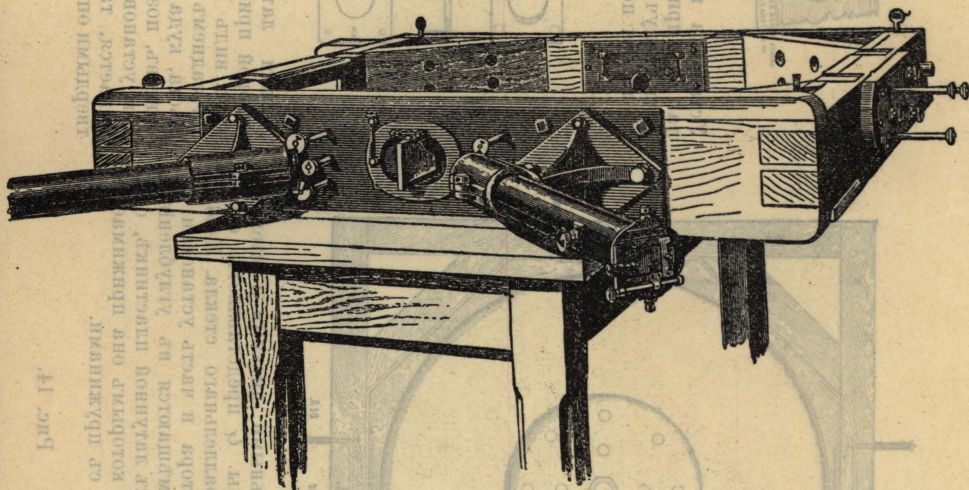
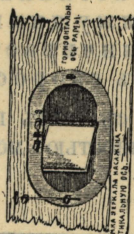


Рис. 13.

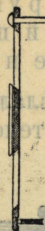
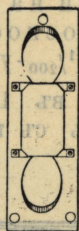
Общій видъ оптической рамы — съ зеркаломъ, зрительной трубой и коллиматоромъ; рама эта окружаетъ диски „эфирной машины“. Ср. рис. 11.

замѣнить одну двухсотую одной тысячной. Вращеніе иногда продолжалось три часа, для того, чтобы посмотрѣть, не развивается ли нѣкоторый эффектъ съ теченіемъ времени; было также принято много другихъ предосторожностей, о которыхъ вкратцѣ разсказано въ „Philosophical Transactions“ за 1897 г. Слѣдующіе рисунки даютъ понятіе о примѣнявшемся аппаратѣ.

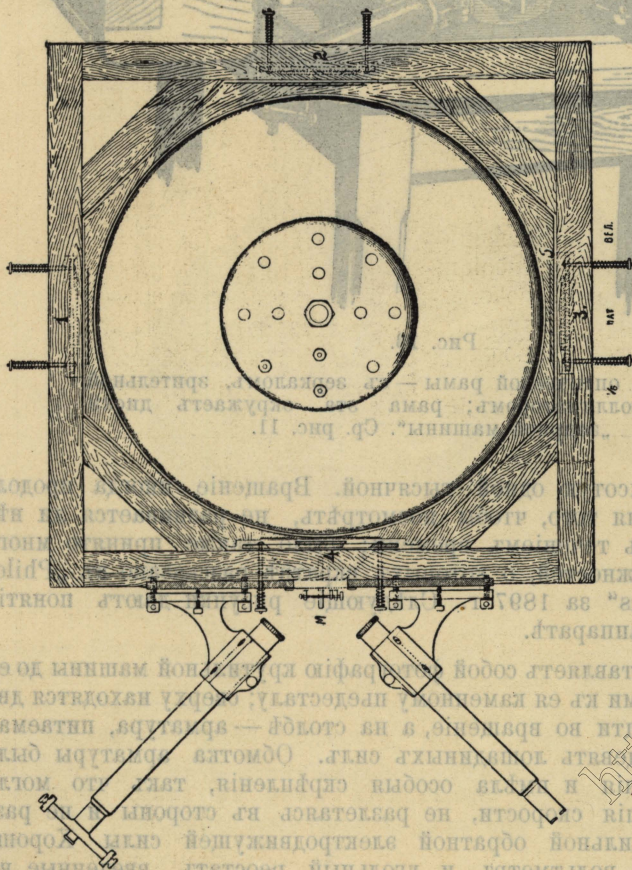
Рис. 12 представляетъ собой фотографію крутильной машины до ея прикрѣпленія болтами къ ея каменному пьедесталу; сверху находятся два диска, готовые придти во вращеніе, а на столбѣ — арматура, питаемая токомъ иногда въ девять лошадиныхъ силъ. Обмотка арматуры была малаго сопротивленія и имѣла особая скрѣпленія, такъ что могла выдерживать большія скорости, не разлетаясь въ стороны и не развивая слишкомъ сильной обратной электродвижущей силы. Хорошо видны амперметръ, вольтметръ и угольный реостатъ, введенные въ цѣпь арматурнаго тока для регулированія скорости. Гладкій блокъ



Установка полупрозрачного зеркала *M*, при которой отраженный луч получает возможность двигаться по азимуту и высоте.



Детали латуной пластинки, к которой прирешено четвертое зеркало: вид спереди, сбоку и сзади. На заднем виде обозначены три мѣста, куда упираются концы трех винтов, позволяющих сдвигать тонкую установку; пластинка поддерживается, таким образом, тремя твердыми опорами и тремя упругими тягами.



Планъ оптической рамы съ установленными стальными дисками и стеклянными барабанами, отдѣляющимъ ихъ отъ рамы. *G* представляетъ собою одно изъ окошекъ, сдвиганныхъ изъ плоско-параллельнаго стекла. Изображены также опоры зрительной трубы и коллиматора и часть установки четырехъ зеркалъ 1, 2, 3 и 4, изъ которыхъ три помѣщаются въ углубленіяхъ деревянной рамы, каждое зеркало прикрѣплено къ латуной пластинкѣ, опирающейся на три тонко нарезанныхъ винта, къ которымъ она прижимается показанными надъ чертежѣмъ болтиками съ пружинами.

Рис. 14.

на столбъ предназначенъ для торможенія. Маленькій кружокъ надъ нимъ просверленъ и служить сиреной для опредѣленія скорости; въ послѣдствіи, однако, для этой цѣли были добавлены другія приспособленія. Оба большихъ верхнихъ диска сдѣланы изъ лучшей стали, употребляемой для круглыхъ пилъ; въ серединѣ они немного толще, чѣмъ по краямъ, и наглухо закатаны болтами между желѣзными кружками, прикрѣпленными къ столбу. На нижнемъ концѣ столба находится наконечникъ изъ закаленной стали въ сосудѣ съ масломъ. Верхнее гнѣздо пружинить, въ слѣдствіе чего движеніе при большихъ скоростяхъ дѣлается болѣе равномернымъ.

Рис. 13 представляетъ собою фотографію оптического квадрата, который при окончательной установкѣ долженъ окружать диски.

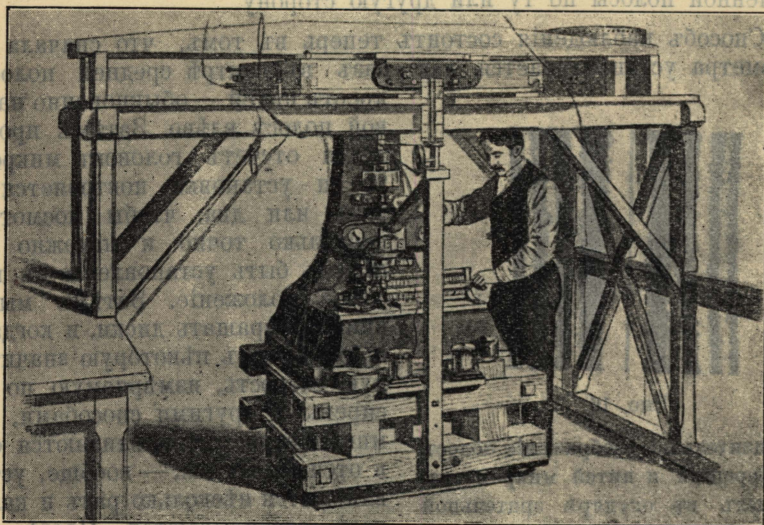


Рис. 15.

„Зеркальная машина“ въ собранномъ видѣ и въ дѣйстви.

Видна щель и коллиматоръ; конецъ зрительной трубы, снабженный микрометромъ, на рисункѣ не помѣстился.

Зеркала по сторонамъ квадрата представляютъ собою точныя плоскости; ихъ можно устанавливать на основаніи законовъ геометріи; къ своимъ опорамъ они прижимаются сильными пружинами. Зеркала эти были сдѣланы Хилгеромъ.

Планъ аппарата данъ на рис. 14, гдѣ виденъ и окуляръ съ двумя микрометрами.

На рис. 15 показанъ весь приборъ въ собранномъ видѣ. Крутильная машина прочно прикрѣплена болтами къ каменной тумбѣ, не

соединяющейся съ поломъ; оптический станокъ независимо поддерживается козлами, опирающимися на другія подпоры. Спереди виденъ центробѣжный ртутный индикаторъ скорости, и г. Дэвиесъ регулируетъ скорость. Сзади виденъ экранъ изъ котельнаго желѣза для наблюдателя и отверстіе для его глаза противъ зрительной трубы.

Расходы на устройство аппарата были покрыты моимъ другомъ, покойнымъ Георгомъ Хольтомъ, арматоромъ изъ Ливерпуля.

Рис. 16 даетъ представленіе о явленіи, видимомъ черезъ окуляръ: по обѣ стороны средней полосы находятся полосы интерференціи; кромѣ того, видны установленныя нити микрометра, каждая изъ которыхъ двигается съ помощью особаго микрометричнаго винта. Прямая вертикальная нить обыкновенно устанавливалась въ центрѣ средней бѣлой полосы, а крестообразныя (X) нити — въ желтомъ свѣтѣ первой окрашенной полосы по ту или другую сторону.

Способъ наблюденія состоитъ теперь въ томъ, что сначала нить микрометра устанавливается какъ-разъ въ центрѣ средней полосы, а крестъ нитей — обыкновенно на первой полосѣ влѣво. Затѣмъ производится отсчетъ головокъ микрометра, и установка повторяется еще

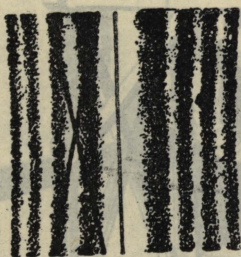


Рис. 16.

Приблизительное изображеніе полосъ интерференціи и нитей микрометра, видимыхъ въ окулярѣ зрительной трубы „эирной машины“.

разъ или два, чтобы посмотреть, насколько точно и надежно нити могутъ быть установлены въ то же самое положеніе. Затѣмъ мы начинаемъ вращать диски, и когда они приобретаютъ нѣкоторую значительную скорость, измѣряемую по тону sireны и другими способами, нити микрометра устанавливаются снова и отсчитываются, — вообще, устанавливаются нѣсколько разъ и каждый разъ отсчитываются. Послѣ этого диски останавливаются и снова производятся отсчеты. Затѣмъ диски

вращаются въ обратную сторону; нити устанавливаются и опять производятся отсчеты; наконецъ, движеніе еще разъ прекращается и дѣлается новая серия отсчетовъ. Такимъ образомъ, одновременно получаются и абсолютное перемѣщеніе средней полосы и относительное значеніе этого перемѣщенія въ длинахъ волнъ; ибо разстояніе отъ одной нити до другой, обыкновенно равное двумъ оборотамъ головки микрометра, представляетъ собою перемѣщеніе на цѣлую длину волны.

Даже въ лучшихъ опытахъ я все-таки часто видѣлъ передвиженіе приблизительно на пятидесятую долю волны; но оно происходило отъ оставшихся побочныхъ причинъ, потому что оно повторялось съ достаточной точностью въ ту же самую сторону при вращеніи дисковъ въ обратномъ направленіи.

Ничего похожего на настоящее обратимое перемѣщеніе, зависящее отъ движенія ээира, я не видѣлъ. Не думаю, чтобы ээиръ двигался. Онъ не приобретаетъ даже пятисотой доли скорости дисковъ. Дальнѣйшіе опыты подтверждаютъ и подкрѣпляютъ эту опѣнку, и заключеніе мое сводится къ тому, что круговыя пилы, маховики, желѣзнодорожные поѣзда и обыкновенныя матеріальныя массы не увлекаютъ собою ээиръ замѣтнымъ образомъ. Движеніе ихъ, повидимому, не производитъ въ немъ ни малѣйшаго волненія.

Вѣроятно, то же самое справедливо и относительно земли; однако, земля тѣло громадное, — возможно, что столь большая масса окажется въ состояніи произвести то дѣйствіе, котораго не можетъ произвести малая масса. Относительно земли я не могу говорить съ полной увѣренностью, — по крайней мѣрѣ, на основаніи строго-экспериментальныхъ данныхъ. Въ чемъ я убѣжденъ твердо, — такъ это въ томъ, что, если движущаяся матерія и производить вокругъ себя нѣкоторую пертурбацію ээира, то причиною этого является какое-то незначительное воздѣйствіе, которое по величинѣ можно, пожалуй, сравнить съ тяготѣніемъ и которое, можетъ быть, зависитъ отъ того же самаго свойства, что и тяготѣніе, а не отъ чего-либо, что можно уподобить вязкости ээира. Поскольку можно основываться на данныхъ опыта, мы должны придти къ заключенію, что вязкость, или треніе, ээира, разсматриваемаго, какъ жидкость, равна нулю. И это заключеніе вполне обосновано.

Намагниченіе.

Для изслѣдованія дѣйствія намагниченія былъ сдѣланъ сплюснутый сфероидъ изъ особо-выбраннаго мягкаго желѣза; сфероидъ этотъ имѣлъ въ діаметрѣ 3 фута и вѣсилъ приблизительно тонну. Поперечное сѣченіе его изображено на рис. 17. Въ немъ былъ круговой каналъ, или желобъ, въ полъ-дюйма шириной и въ 1 футъ глубиной, по дну котораго была намотана изолированная проволока, длиною въ 1 км., занявшая глубину въ $4\frac{1}{2}$ дюйма; концы этой проволоки были присоединены къ контактамъ, скользящимъ по столбу, такъ что весь сфероидъ могъ весьма сильно намагничиваться во время вращенія. Все въ этомъ приборѣ было устроено совершенно симметрично относительно центральной оси вращенія.

Къ концамъ проволочной катушки, сопротивленіе которой равнялось 30 омамъ, прилагалась электродвижущая сила обычно въ 110 вольтъ, а въ исключительныхъ случаяхъ — въ 220 вольтъ. При 110 вольтахъ магнитное поле составляло приблизительно 1800 единиц *CGS*, въ среднемъ выводѣ для всѣхъ мѣстъ, черезъ которыя проходила свѣтовой лучъ.

Этотъ просвѣтъ, т. е. перерывъ въ магнитномъ кругѣ, имѣлъ въ поперечникѣ всего полъ-дюйма; и потому въ окулярѣ, кромѣ полосъ интерференціи въ томъ мѣстѣ, гдѣ проходилъ свѣтъ, можно было видѣть, сверху и снизу, поверхности желѣза. Все это явленіе зарисовано на рис. 18.

Электризация.

Для опыта, сопровождавшагося электризацией, между двумя стальными дисками былъ закрѣпленъ третій, изолированный и заряжавшійся до напряженія, соответствующаго искровому разряду. Расположеніе это схематически показано въ уменьшенномъ видѣ на рис. 19.



Рис. 17.

Разрѣз сплюснутаго сфероида для крутильной машины, показывающій, какимъ образомъ центральный сердечникъ обмотанъ проволокой, служащей для сильнаго намагниченія сфероида во время вращенія внутри оптической рамы.

Изучать дѣйствіе электризаціи было чрезвычайно удобно, сообщая изолированный заряжающій штифтъ съ машиной Фосса, приведенной въ дѣйствіе: дѣйствительно, когда диски вращались и полосы были хорошо видны, электризація могла быть мгновенно сообщена, уничтожена, замѣнена электризаціей противоположнаго знака, — вообще, можно было дѣлать все, что угодно; можно было точно опредѣлить и дѣйствіе внезапнаго пониженія потенціала вслѣдствіе проскакиванія искръ между вращающимися поверхностями.

Выводъ, сдѣланный въ моей второй статьѣ (въ „Philosophical Transactions“ за 1897 годъ), состоитъ въ томъ, что ни электрическое ни магнитное поперечное поле не сообщаетъ эеиру вязкости, а движущейся матеріи не сообщаетъ способности захватить эеиръ съ собою и привести его во вращательное движеніе.

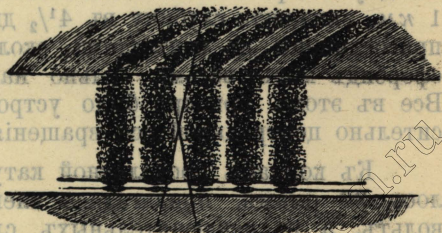


Рис. 18.

Видъ полосъ интерференціи въ каналѣ желѣзнаго сфероида. Въ верхнемъ кускѣ желѣза онѣ отражаются, какъ показано на рисункѣ.

Вопросъ о возможности потока эйера вдоль магнитнаго силового поля.

Вослѣдствіи я изслѣдовалъ также и продольное магнитное поле, располагая четыре большихъ электрическихъ бобины, или катушки, по сторонамъ квадрата, вписаннаго подъ угломъ въ 45° въ оптический квадратъ, изображенный на рис. 11 и 13; свѣтъ, слѣдовательно шелъ по направленію осей катушки.

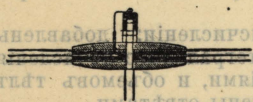


Рис. 19.

Расположеніе, позволяющее во время самаго вращенія электризовать средній (третій) стальной дискъ. Электризацию его можно было доводить до потенциала, достаточнаго для искрового разряда

Въ журналѣ „Philosophical Magazine“ за апрѣль 1907 г. (стр. 495 — 500) мною сообщено все существенное объ этомъ опытѣ, хотя детали затронуты лишь слегка.

Результатъ снова получился отрицательный, т. е. магнитное поле не производитъ замѣтнаго ускоренія свѣтового луча, пущеннаго по направленію силовыхъ линий. Та добавочная скорость, которую возможно было бы обнаружить, равна $\frac{1}{9}$ м. въ секунду, или, приблизительно, 9 верстъ въ часъ, на каждую CGS единицу силы поля.

Этотъ результатъ можно выразить и иначе: разность магнитныхъ потенциаловъ, достигающая двухъ миллионовъ CGS единицъ магнитнаго потенциала, не ускоряетъ свѣта даже на $\frac{1}{50}$ долю длины волны.

Существуютъ, можетъ быть, основанія для предположенія, что магнитное поле въ действительности производитъ въ эйерѣ потокъ еще болѣе медленный; но въ такомъ случаѣ эйеръ надо считать столь необычайно плотнымъ, что величина этого потока для каждой практически-достижимой силы магнитнаго поля, повидимому, лежитъ почти безнадежно за предѣлами средствъ экспериментальнаго изслѣдованія.

(Продолженіе слѣдуетъ).

РЕЦЕНЗІИ.

А. Кисилевъ. *Начала дифференціальнаго и интегральнаго исчисленій.* (Курсъ VII класса реальныхъ училищъ). Второе, переработанное и дополненное, изданіе „Начальнаго ученія о производныхъ“, допущеннаго Уч. Ком. Мин. Нар. Пр. въ качествѣ руководства для VII класса реальныхъ училищъ. (Журн. Мин. Нар. Пр. 1908 г., июнь). Изданіе книжнаго магазина В. В. Думнова подъ фирмою „Настѣдн. бр. Салаевыхъ“. Ц. 1 руб. Москва, 1909. Т-во „Печатня С. П. Яковлева“. Стр. VI + 183.

Книжка принадлежитъ перу популярнаго въ настоящее время автора руководствъ по элементарной математикѣ и физикѣ. О первомъ изданіи (заглавіе котораго приведено выше) проф. Б. М. Кояловичемъ данъ весьма сочувственный отзывъ въ Журналѣ Мин. Нар. Пр. (іюнь, 1908 г.,

стр. 120—121). Рецензентъ признавалъ книжку „крупнымъ приобретениемъ нашей учебной литературы. Автору удалось соединить полную научность изложения съ простотою и ясностью его“. Рецензентъ указалъ лишь нѣсколько мелкихъ неточностей, которыя, по словамъ предисловія, и исправлены авторомъ въ этомъ второмъ изданіи. Главнѣйшія отличія этого изданія состоятъ въ слѣдующемъ: 1°. Изъ книги изъята вся теорія несоизмѣримыхъ чиселъ, основанная на опредѣленіи такихъ чиселъ при помощи безконечныхъ рядовъ соизмѣримыхъ чиселъ. Благодаря этому еще уменьшилась та генетическая связь, которая связывала первое изданіе съ „Дополнительными статьями алгебры“ того же автора. Въ защиту этого измѣненія авторъ ссылается на то, что и безъ того слишкомъ мало въ VII классѣ времени на прохожденіе спеціальнаго курса, а въ министерской программѣ совсѣмъ не упоминается о теоріи несоизмѣримыхъ чиселъ.

2°. Расширенъ отдѣлъ объ интегральномъ исчисленіи: добавлены приемы интегрированія и геометрическія приложенія интегральнаго исчисленія (опредѣленіе площадей, ограниченныхъ кривыми линіями, и объемовъ тѣлъ вращенія), увеличено число задачъ, которыя всѣ снабжены отвѣтами.

3°. Значительно увеличено число чертежей въ цѣляхъ наглядности геометрическаго истолкованія.

Все это вмѣстѣ побудило автора измѣнить вышеуказаннымъ образомъ заглавіе своей книжки. Позволю теперь себѣ указать на нѣкоторые ея недостатки, изъ которыхъ первымъ, по моему мнѣнію, является отсутствіе теоріи несоизмѣримыхъ чиселъ — основы современнаго анализа. Исключенное изъ спеціальнаго курса, гдѣ оно найдетъ себѣ мѣсто? Далѣе, можно было бы пожелать болѣе тщательной формулировки нѣкоторыхъ мѣстъ: напримѣръ, на стр. 74 говорится сначала, что производную обратной функціи можно найти, не зная самой этой обратной функціи, а на стр. 75 „правило“ гласитъ, что въ производную прямой функціи надо вставить вмѣсто аргумента обратную. Неудачна также формулировка n° 5 на стр. 12-ой: объ исключеніи благодаря мнимости случая корня четной степени изъ отрицательной величины слѣдовало говорить не въ текстѣ, а въ примѣчаніи; дѣло не въ томъ, что предѣлъ не существуетъ, а въ томъ, что онъ мнимый и потому не разсматривается. На стр. 13 въ примѣчаніи говорится: „если бы $a = 1$, то a^x всегда равнялось бы 1^x “, это не вѣрно вообще, а только въ томъ случаѣ, если условимся выбирать то значеніе многозначной функціи a^x , которое при $x = 0$ обращается въ $+1$. И дальше § 13 слѣдовало бы тщательно проредактировать. Хотѣлось бы еще отмѣтить, что, указывая на стр. 52 и 56 на Лагранжа и Лейбница, какъ на авторовъ того и другого обозначенія производныхъ, г. Киселевъ забылъ упомянуть о томъ, кому вмѣстѣ съ Лейбницемъ мы обязаны самымъ изобрѣтеніемъ производныхъ, — о Ньютонѣ. На стр. 88 „аналитическое доказательство признака возрастанія функціи“ изложено недостаточно просто. Безъ ущерба для дѣла можно было бы на стр. 94 совсѣмъ не говорить о наибольшихъ и наименьшихъ величинахъ, а только о maximum и minimum. На стр. 67 лучше бы назвать a въ a^x не „возвышаемымъ числомъ“, а хотя бы „основаніемъ“. На стр. 69 слѣдовало бы оговорить, что

дробь $\frac{h}{x}$ безконечно мала при безконечно-маломъ h лишь при условіи, что x не равно нулю. На той же страницѣ напрасно говорится категорически: „отрицательныя числа не имѣютъ логарифмовъ“; здѣсь ярко сказался вредъ полнаго устраненія мнимыхъ величинъ. Непріятны также въ учебникѣ для средней школы опечатки: „прѣдѣлъ“ на стр. 16 и „этого показателя“ вмѣсто „этотъ показатель“ на стр. 53. Но хуже еще, что есть опечатки въ формулахъ: $f(a+h):f(a)$ вмѣсто $[f(a+h)-f(a)]:h$ на стр. 59; $\sqrt{1+x}$ вмѣсто $\sqrt{1-x^2}$ въ знаменателѣ подъ знакомъ интеграла на стр. 135. Въ связи съ этимъ можно только пожалѣть, что на стр. 150 относительно такого важнаго интеграла, какъ $\int \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}}$, сдѣлана лишь ссылка на § 106, а не продѣланъ подробный счетъ. — Не нахожу удобнымъ также довольно частыя сокращенія: „мн-ка“ вмѣсто „многоугольника“ и „тр-ка“ вмѣсто „треугольника“ и т. д.

Хотѣлось бы, наконецъ, чтобы и внѣшность была въ дальнѣйшемъ нѣсколько измѣнена: не мѣшало бы улучшить качество обложки и взять не такой крупный жирный шрифтъ въ нѣкоторыхъ формулахъ (особенно интегралы въ сравненіи съ общимъ шрифтомъ слишкомъ крупны).

При скудости нашей педагогической литературы и популярности имени автора эта не лишенная достоинствъ книжка несомнѣнно получить широкое распространение. Хотѣлось бы поэтому, чтобы при слѣдующихъ изданіяхъ авторъ обратилъ вниманіе на редакцію и исправилъ тѣ недочеты, которые у него имѣются.

Проф. Д. Синцовъ.

ЗАДАЧИ.

Подъ редакціей приватъ-доцента Е. Л. Буницкаго.

Редакція 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 редакція не можетъ поручиться за то, чтобы она могла своевременно принять мѣры къ удовлетворенію нуждъ корреспондентовъ.

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

№ 336 (5 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x^2 + y^2 - xy = m,$$

$$x^3 + z^2 - xz = n,$$

$$y^2 + z^2 - yz = p.$$

Б. Двойринъ (Одесса).

№ 337 (5 сер.). Вычислить числовое значеніе каждого изъ выраженій

$$C_n^1 + 2C_n^2 + 3C_n^3 + \dots + nC_n^n,$$

$$C_n^1 - 2C_n^2 + 3C_n^3 - \dots + (-1)^{n-1}nC_n^n,$$

гдѣ n — данное цѣлое положительное число и гдѣ каждый изъ символовъ C_n^k ($k = 1, 2, \dots, n$) обозначаетъ число сочетаній изъ n элементовъ по k .

В. Богомоловъ (ст. Усть-Медвѣдичкая).

№ 338 (5 сер.). Найти сумму n членовъ ряда

$$\sin x + 2^2 \sin 2x + 3^2 \sin 3x + \dots + n^2 \sin nx.$$

Л. Богдановичъ (Ярославль).

№ 339 (5 сер.). Равнобедренный треугольникъ ABC расположенъ такъ, что вершина его A лежитъ въ концѣ A діаметра AP даннаго полукруга, сторона AB лежитъ на діаметрѣ AP , а равная ей сторона AC есть хорда полукруга. При какой длинѣ стороны AB основаніе BC равнобедреннаго треугольника будетъ наибольшимъ?

Р. Витвинскій (Тирасполь).

№ 340 (5 сер.). Решить уравнение

$$(x+a)\sqrt{x+a} - 3bx + (a^2 + 2b^2)\sqrt{x+a} - 3ab = 0.$$

В. Тюнинъ (Уфа).

№ 341 (5 сер.). Вычислить предѣлъ выражения

$$\frac{\sqrt[n]{n+1} - \sqrt[n]{n}}{\sqrt[n]{n+1} - \sqrt[n]{n}} \cdot \frac{1}{n^{1/2}}$$

при безконечномъ возрастаніи n .

(Займств.).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 235 (5 сер.). Построить треугольникъ ABC по сторонѣ $BC = a$, радиусу r_a круга, вписаннаго относительно этой сторонѣ, и по радиусу r круга вписаннаго.

Назовемъ черезъ O центръ круга вписаннаго, а черезъ O' — центръ круга, вписаннаго относительно сторонѣ BC , и обозначимъ точки касанія круговъ O и O' съ прямою AC соответственно черезъ M и M' . Вычисляя отрезки AM и AM' обычнымъ путемъ, получимъ: $AM = p - a$, $AM' = p$, гдѣ p — полупериметръ треугольника, откуда вытекаетъ равенство

$$MM' = AM' - AM = p - (p - a) = a.$$

Кромѣ того, точки A , O и O' лежатъ, какъ извѣстно, на одной прямой, а именно на биссектрисѣ угла A . Изъ всего сказаннаго вытекаетъ слѣдующее построение: откладываемъ на произвольной прямой отрезокъ $MM' = a$, составляемъ изъ точекъ M и M' по одну сторону отъ прямой MM' соответственно перпендикуляры $MO = r$ и $M'O' = r_a$ и проводимъ прямую OO' до встрѣчи съ прямою MM' въ точкѣ A ; затѣмъ изъ точекъ O и O' описываемъ круги соответственно радиусами r и r_a , проводимъ изъ A вторую касательную Ax къ кругу O (первая касательная AM уже проведена), а также строимъ общую внутреннюю касательную (если она вообще существуетъ) круговъ O и O' ; эта общая касательная, пересѣкаясь съ прямыми Ax и AM соответственно въ точкахъ B и C , даетъ искомымъ треугольникъ ABC . Слѣдуетъ замѣтить, что двумя вообще возможнымъ внутреннимъ общимъ касательнымъ круговъ O и O' отвѣчаютъ два треугольника, симметричныхъ относительно общей биссектрисы AO' и потому равныхъ; такимъ образомъ, если задача возможна, то она имѣетъ лишь одно рѣшеніе. Для того, чтобы задача была возможна, необходимо и достаточно, чтобы 1° прямыя OO' и $M'M$ пересѣкались въ некоторой точкѣ A и чтобы точка M лежала между A и M' ; 2° чтобы круги O и O' имѣли внутреннюю общую касательную. Первое условіе равносильно неравенству $r_a > r$, а второе — неравенству $OO' > ra + r$, или, такъ какъ $OO' = \sqrt{(O'M - OM)^2 + MM^2} = \sqrt{(r_a - r)^2 + a^2}$, — неравенству $\sqrt{(r_a - r)^2 + a^2} > ra + r$, которое можно преобразовать къ виду $(r_a - r)^2 + a^2 > (ra + r)^2$, т. е. $a^2 > 4rr_a$. Итакъ, совокупность неравенствъ $r_a > r$ и $a^2 > 4rr_a$ даетъ необходимое и достаточное условіе возможности задачи.

Л. Богдановичъ (Ярославль); Б. Двойринъ (Одесса); Н. Howsepheanъ (Владикавказъ); П. Безчеревныхъ (Козловъ); Нюта Г. (Нижній-Новгородъ); В. Колодій (Нѣжинъ); Н. Чистяковъ (Перекопъ)

Редакторъ приватъ-доцентъ В. Ф. Каганъ.

Издатель В. А. Гернетъ.

Типографія Акц. Южно-Рускаго Об-ва Печатнаго Дѣла. Пушкинская, № 18.

А. П. ОХИТОВИЧЪ. Геометрія круга (Циклометрія).

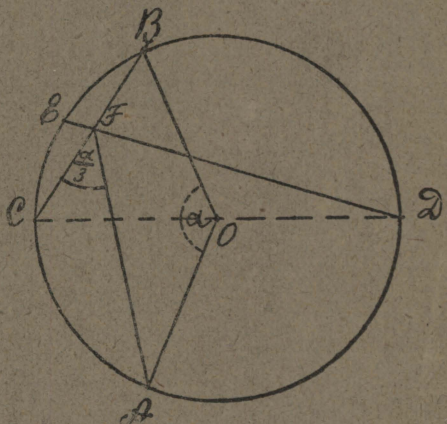
Рѣшеніе проблемы о геометрическомъ раздѣленіи дуги и угла на части пропорціональныя и равныя. Казань, 1908 г. Стр. XI+114+6=131. Цѣна 1 руб.

А. П. ОХИТОВИЧЪ. Новый (неопредѣленный) методъ рѣшенія алгебраическихъ уравненій. Ч. I-я.

Общее рѣшеніе уравненій первой степени: неопредѣленныхъ и опредѣленныхъ. Казань, 1900 г. 333 стр. Цѣна 2 р. 50 к.

Обращаться въ книжные магазины:

„Новаго Времени“ (СПб., Москва, Харьковъ, Саратовъ, Одесса), Н. Н. Карбасникова (СПб., Москва, Варшава, Вильна), А. А. Дубровина (Казань), „Общественная Польза“ (СПб.), Оглоблина (Кіевъ), Т-ва Сытина (Москва), „Трудъ“ (Москва), „Сотрудникъ Школъ“ (Москва), Бельке (Кіевъ), „Товарищества“ (Самара), „Волжанинъ“ (Самара) и др.



$$\sphericalangle AC = \sphericalangle CB; \sphericalangle AD = \sphericalangle DB; \sphericalangle CE = \sphericalangle EB.$$

ВЫШЕЛЪ № 9 (СЕНТЯБРЬ) ЖУРНАЛА

„СОВРЕМЕННЫЙ МІРЪ“

XX ГОДЪ ИЗДАНІЯ.

Содержаніе: I отд. „Въ гостяхъ“, (разск.), С. Гусева-Оренбургскаго; „Встрѣча“, (пьеса), М. Горькаго; „Петръ Петровичъ“, (разск.), М. Криницкаго; „Люди лѣтомъ“, (разск.), Саши Чернаго; „Старый Адамъ“, (разск.), Х. Понтопидана; „Очерки теоріи историческаго познанія“, Р. Виппера; „Къ теоріи историческаго монизма“, Н. Рожкова; СТИХОТВОРЕНІЯ: К. Бальмонта и П. Тулуба. II Отд. „Заразные болѣзни металловъ“, В. Агафонова; „Изъ статистической лѣтописи современныхъ репрессій въ Россіи“, А. Вентина; „Новое русско-японское соглашеніе“, Старога Сотрудника; „Биржевой ажіотажъ и дѣйствительность“, В. Мукошѣва; „Отъ Дрейфуса къ Лябелю“, Л. Мартова; „Рабочій вопросъ на брюссельской всемірной выставкѣ“, Ф. Д.; „Лирика современной души“, В. Львова-Рогачевскаго; „Вопросы текущей жизни“, І. Ларскаго; „Въ черномъ станѣ“, Е. Смирнова; „Въ Обераммергау“, Ник. Іорданскаго. Критика и библіографія. Новыя книги. Объявленія.

Продолжается подписка на 1910 годъ.

Условія подписки (съ дост. и пер.) годъ—9 р.; полгода—4 р. 50 к.; на 4 мѣс.—3 р. Заграницу: 12 р. годъ и 6 р. полгода. Безъ доставки въ Спб. 8 р. годъ и 4 р. полгода.

Проспекты высылаются по первому требованію.

Спб., Надеждинская, 41.

Вѣстникъ Опытной Физики и Элементарной Математики.

Выходить 24 раза въ годъ отдѣльными выпусками, не менѣе 24 стр. каждый,

подъ редакціей приватъ-доцента В. Ф. Кагана.

ПРОГРАММА ЖУРНАЛА: Оригинальныя и переводныя статьи изъ области физики и элементарной математики. Статьи, посвященныя вопросамъ преподаванія математики и физики. Опыты и приборы. Научная хроника. Разныя извѣстія. Математическія мелочи. Темы для сотрудниковъ. Задачи для рѣшенія. Рѣшенія предложенныхъ задачъ съ фамиліями рѣшившихъ. Упражненія для учениковъ. Задачи на премию. Библиографическій отдѣлъ: обзоръ специальныхъ журналовъ; замѣтки и рецензіи о новыхъ книгахъ.

Статьи составляются настолько популярно, насколько это возможно безъ ущерба для научной стороны дѣла.

Предыдущіе семестры были **рекомендованы:** Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. для гимн. муж. и жен., реальн. уч., прогимн., город. уч., учит. инст. и семинарій; Главн. Упр. Воен.-Учебн. Зав.—для воен.-уч. заведеній; Учен. Ком. при Св. Синодѣ — для дух. семинарій и училищъ.

Пробный номеръ высылается за одну 7-коп. марку.

**Важнѣйшія статьи, помѣщенные въ 190^{го} г.
42-ой семестръ.**

М. Зиминъ. Приближенное вычисленіе корней квадратнаго уравненія. — *П. В. Шенелевъ.* Объ изложеніи основныхъ понятій и законовъ механики. — *Э. Пикаръ.* Успѣхи динамическаго воздухоплаванія. — Проф. *Ф. Содди.* Отецъ радія. — *К. Граффъ.* Комета Галлея и ея предстоящее возвращеніе. — *А. Долговъ.* О построеніи нѣкоторыхъ моделей многогранниковъ Пуансо. — Проф. *Ф. Содди.* Къ вопросу о происхожденіи радія. — Прив.-доц. *В. Каганъ.* Что такое алгебра? — Проф. *К. Делтеръ.* Искусственные драгоценныя камни. — *Л. Видеманъ.* По поводу новаго объясненія твердости тѣлъ. — Проф. *Г. Кайзеръ.* Современное развитіе спектроскопіи. — Новое сообщеніе проф. Рамзая о превращеніи химическихъ элементовъ. — *Д. Ефремовъ.* О четырехугольникахъ. — *А. Пугаченко.* Приближенное дѣленіе угла на n равныхъ частей при помощи циркуля и линейки. — Опыты проф. *И. И. Косоногова* по изслѣдованію электролиза при помощи ультра-микроскопа. — Проф. *А. Беккеръ.* Сжиганіе газовъ.

43-й семестръ.

Г. Пуанкаре. Новая механика. — *П. Флоровъ.* Способъ вычисленія отношенія окружности къ діаметру съ пятью десятичными знаками, пригодный для преподаванія въ среднихъ школахъ. — *И. Мессершмидтъ.* Марсъ и Сатурнъ. — *П. Лоуэлъ.* Марсъ — *С. Виноградовъ.* Развитіе понятія о числѣ въ его исторіи и въ школѣ. — *Е. Григорьевъ.* О разложеніи въ ряды функцій $\sin x$ и $\cos x$. — Проф. *Д. Синцовъ.* Къ вопросу о преподаваніи математики. Я. Штейнеръ, какъ преподаватель. — *Г. Урбанъ.* Являются ли основныя законы химіи точными или же лишь приближенными. — *Е. Смирновъ.* Объ ирраціональныхъ числахъ. — *П. Ренаръ.* Авіація, какъ спортъ и наука. — Проф. *О. Лоджъ.* Міровой эфиръ. — *К. Лебединцевъ.* Понятіе объ ирраціональномъ числѣ въ курсѣ средней школы. — *Э. Кроммелингъ.* Происхожденіе и природа кометъ. — *А. Филипповъ.* Дѣйствія съ періодическими дробями. — Прив.-доц. *В. Бобынинъ.* Естественныя и искусственныя пути возстановленія историками математики древнихъ доказательствъ и выводовъ

Условія подписки:

Подписная цѣна съ пересылкой: за годъ **6 руб.**, за полгода **3 руб.** Учителя и учительницы низшихъ училищъ и всѣ учащіеся, выписывающіе журналъ **непосредственно изъ конторы редакціи**, платятъ за годъ **4 руб.**, за полугодіе **2 руб.** Допускается разсрочка подписной платы по соглашенію съ конторой редакціи. Книгопродавцамъ 5% уступки.

Журналъ за прошлые годы по 2 р. 50 к., а учащимся и книгопродавцамъ по 2 р. за семестръ. **Отдѣльные номера** текущаго семестра по 30 к., прошлыхъ семестровъ по 25 коп.

Адресъ для корреспонденціи: **Одесса. Въ редакцію „Вѣстника Опытной Физики“.**