

№ 435.

ВѢСТНИКЪ

ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

издаваемый

В. А. Тернетью

подъ редакціей

Приватъ-Доцента В. Л. Кагана.

XXXVII-го Семестра № 3-й.

ОДЕССА

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, ул. Новосельскаго, д. № 66.
1907.

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

1. Г. АБРАГАМЪ, проф. **СБОРНИКЪ ЭЛЕМЕНТАРНЫХЪ ОПЫТОВЪ ПО ФИЗИКѢ**, 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. Теплоота—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 безплатныя 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 ФИЗИКѢ**. Переводъ съ французскаго подъ редакціей Приватъ-доцента *Б. П. Вейнберга*. Часть II: Звукъ—Свѣтъ—Электричество—Магнитизмъ.

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 черными 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 безплатныя 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—*Дебьернъ*, 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. АУЭРБАХЪ, проф. **ЦАРИЦА МІРА И ЕЯ 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 ариеметики, 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.

9. Р. ДЕДЕКИНДЪ, проф. **НЕПРЕРЫВНОСТЬ И ИРРАЦІОНАЛЬНЫЯ ЧИСЛА**. переводъ Приватъ-доцента *С. Шатуновскаго* съ приложеніемъ его статьи *Доказательство существованія трансцендентныхъ чиселъ*. 40 стр. Цѣна 40 к.

10. К. ШЕЙДЪ, проф. **ПРОСТЫЕ ХИМИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ** для юношества. Переводъ съ нѣмецкаго, подъ редакціей Лаборанта Новороссійскаго Университета *Е. С. Ельчанинова*. Цѣна 1 р. 20 к.

СЪ ТРЕБОВАНИЯМИ ОБРАЩАТЬСЯ.

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

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 435.

Содержаніе: Эволюція солнечной системы (Продолженіе). *Ф. Р. Мультон*. — Матеріалы для учебника космографіи. *Ф. Павлова*. — Электрическая станція при физическомъ кабинетѣ Ловичскаго реальнаго училища. (Къ вопросу о проведеніи электрической энергіи въ физическіе кабинеты средней школы). *А. Дмоховскаго*. — Задачи для учащихся №№ 847—852 (4 сер.). — Рѣшенія задачъ, №№ 720, 722, 723, 728. — Объявленія.

Эволюція солнечной системы.

Ф. Р. Мультон.

(Продолженіе *).

Общее количество движенія системы.—Какова бы ни была эволюція системы вслѣдствіе взаимодѣйствія ея частей, ея масса и общая сумма количества движенія должны были оставаться постоянными. Еслибы ея энергія не терялась путемъ излученія, то можно прибавить къ этому, что сумма кинетической энергіи и потенциальной также всегда должна была оставаться постоянной.

Гипотеза Лапласа предполагаетъ, что солнечная туманность нѣкогда простиралась по ту сторону орбиты Нептуна и что она находилась въ условіяхъ гидродинамическаго равновѣсія. Ея форма зависѣла отъ скорости вращенія, а плотность отъ ея вращенія и отъ законовъ расширенія газовъ. Еслибы мы знали эту форму и распредѣленіе ея плотности, то мы легко нашли бы ея количество движенія. Пренебрегая вращеніемъ, Риттеръ, Гилль и Дарвинъ вычисляли этотъ законъ плотности. Дѣйствіе вращенія состояло бы только въ сплющиваніи тѣла и въ помѣщеніи большей части его массы дальше отъ оси. Слѣдовательно, если мы вычислимъ количество движенія, предположивъ, что тѣло пред-

*) См № 434 „Вѣстника“.

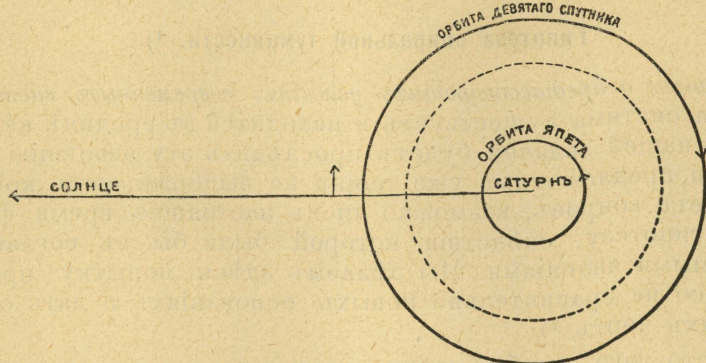
ставляетъ сферу, плотность которой подчиняется закону, найденному Риттеромъ, Гилломъ и Дарвиномъ, то мы должны получить слишкомъ незначительный результатъ. А такъ какъ количество движенія не мѣняется, то, значить, если система развилась изъ такой незначительной туманности, ея дѣйствительное количество движенія должно быть больше этой величины. Но дѣйствительное количество движенія вычислить легко; оказывается, что *это количество не только не больше того, которое было раньше, но даже меньше его въ 200 слишкомъ разъ*. Это даетъ рѣшительное указаніе, и числовыя разногласія такъ велики, что, несомнѣнно, основное требованіе теоріи Лапласа относительно первоначальныхъ условій системы ошибочно.

Чамберленъ представляетъ эту трудность въ иномъ видѣ. Разсмотримъ предполагаемую систему въ тотъ моментъ, когда готово оторваться кольцо Юпитера. Вся масса, по предположенію, должна вращаться, какъ твердое тѣло. Съ отрывомъ Юпитерова кольца, отдѣляется $\frac{1}{1000}$ -ая всей массы. Но количество движенія этого кольца не могло замѣтно измѣниться при послѣдующей эволюціи. Сопротивленіе метеорнаго вещества уменьшало его, тогда какъ дѣйствіе приливовъ, какъ незначительно оно ни было, увеличивало его. Мы не впадемъ въ замѣтную ошибку, если допустимъ, что кольцо Юпитера обладало тѣмъ же количествомъ движенія, какое имѣетъ теперь планета. Но вычисленіе показываетъ, что Юпитеру принадлежитъ 95% количества движенія той части всей системы, которая лежитъ внутри орбиты Сатурна. Такимъ образомъ, теорія Лапласа косвенно утверждаетъ, что туманность, которая вращается, какъ твердое тѣло, и которая находится въ состояніи гидродинамическаго равновѣсія, можетъ отдѣлить кольцо, содержащее только $\frac{1}{10}$ % массы и 95% количества движенія. Это совершенно невѣроятно.

Обратное движеніе девятого спутника Сатурна.—Девятый спутникъ Сатурна обращается около своей планеты въ обратномъ направленіи. Съ точки зрѣнія теоріи Лапласа, это, повидимому, невозможно, но думали объяснить это при помощи приливной эволюціи. Основная мысль здѣсь была та, что, когда поперечникъ Сатурна былъ больше діаметра орбиты девятого спутника, Сатурнъ вращался въ обратную сторону, въ періодъ, отвѣчающій періоду обращенія спутника. Приливы, производимые въ этой массѣ солнцемъ, должны были стремиться къ тому, чтобы къ солнцу была обращена всегда одна и та же сторона этой массы, совершенно такъ же, какъ луна и Япетъ всегда обращены одной и той же стороною къ землѣ и Сатурну. Другими словами, приливы, производимые солнцемъ, должны были по этому предположенію остановить обратное вращеніе Сатурна и дать ему прямое вращеніе, котораго періодъ былъ бы равенъ періоду обращенія Сатурна или 29.5 годамъ. Сокращаясь дальше, онъ долженъ былъ вращаться быстрее, и остальные восемь спутниковъ, по этому

предположенію, развились изъ колець, послѣдовательно отдѣлявшихся уже послѣ того, какъ его вращеніе стало прямымъ.

Но разберемъ этотъ вопросъ внимательнѣе. Когда періодъ вращенія туманной массы равнялся періоду ея обращенія, она занимала пространство, на примѣръ какъ указано на рисункѣ 2 пунктирной линіей. До этого времени производимые солнцемъ приливы увеличивали количество движенія, превращая его изъ отрицательной величины въ нѣкоторую положительную. Послѣ этого времени производимые солнцемъ приливы уменьшали его



Фиг. 2.

количество движенія, такъ какъ они постоянно замедляли вращеніе. Значитъ, если теорія вѣрна, то наибольшее количество движенія за всю исторію Сатурновой системы было тогда, когда сутки и годъ его туманности были равны другъ другу.

Нетрудно перейти къ яснымъ числовымъ результатамъ. Чѣмъ больше былъ обозначенный пунктиромъ кругъ, тѣмъ значительнѣе было и максимальное количество движенія. Чтобы взять крайній случай, допустимъ, что онъ былъ такой же величины, какъ орбита девятого спутника. Въ виду крайней медленности вращенія (1 оборотъ въ 29.5 лѣтъ) его форма должна была быть приблизительно шарообразной. Нашъ результатъ будетъ слишкомъ великъ, если мы примемъ его массу за однородную, такъ какъ къ центру она несомнѣнно была плотнѣе, а потому съ этими допущеніями мы должны получить число, превышающее максимумъ количества движенія.

Когда масса туманности сократилась до размѣровъ орбиты Япета, то по предположенію она должна была вращаться во время, равное періоду обращенія Япета. Если мы допустимъ, что она была шарообразна, то полученный нами результатъ будетъ слишкомъ малъ, такъ какъ масса должна была быть слегка сплюснутой. Относительно однородности мы остаемся при прежнемъ допущеніи и, такимъ образомъ, мы найдемъ, что коли-

чество движенія теперь значительно меньше, чѣмъ раньше, если теорія Лапласа и предложенное объясненіе вѣрны. Вычисленіе показываетъ, однако, что количество движенія теперь въ семь разъ больше вычисленнаго такимъ образомъ. Слѣдовательно, предложенное объясненіе недопустимо и обратное движеніе этого спутника рѣзко противорѣчитъ теоріи Лапласа.

Если седьмой спутникъ Юпитера обращается въ обратномъ направленіи, какъ на это, повидимому, указываютъ имѣющіеся до сихъ поръ наблюденія, то несогласіе съ теоріей будетъ еще рѣзче, такъ какъ его шестой спутникъ движется въ прямомъ направленіи почти на томъ же самомъ разстояніи отъ планеты.

Гипотеза спиральной туманности. ¹⁾

Гипотезы о предшествующихъ условіяхъ современныхъ системъ. — Солнечная система существуетъ и находится въ срединѣ какой то эволюціи; нашей задачей будетъ прослѣдить эту эволюцію. Какъ мы видѣли, предложенныя уже теоріи не выдерживаютъ критики, и возникаетъ вопросъ, возможно ли въ настоящее время формулировать гипотезу, слѣдствія которой были бы въ согласіи съ наблюдаемыми явленіями. Мы дѣлаемъ здѣсь попытку представить теорію на сравнительно новыхъ основаніяхъ и дать очеркъ ея главныхъ чертъ ²⁾.

Вмѣсто того, чтобы предполагать, что солнечная система началась съ обширной газообразной массы, находившейся въ равновѣсіи подъ вліяніемъ силы тяготѣнія и законовъ расширенія газовъ, спиральная гипотеза предполагаетъ, что вещество, изъ котораго состоятъ солнце и планеты, на предшествующей стадіи развитія имѣло форму громаднаго спиральнаго роія отдѣльных частичекъ, положеніе и движенія которыхъ опредѣлялись ихъ взаимными притяженіями и ихъ скоростями. Размѣры Лапласовой туманности поддерживались свойственнымъ газамъ стремленіемъ къ расширенію, тогда какъ въ настоящей гипотезѣ главнымъ факторомъ являются орбитальныя движенія. Такъ такъ по предположенію каждая частица движется почти независимо, какъ планета, то Чэмберленъ называетъ эту теорію *планетезимальной гипотезой*.

Прежде чѣмъ перейти къ обсужденію того, какъ могъ

¹⁾ Профессоръ Чэмберленъ далъ ей названіе „Планетезимальной гипотезы“ по указаннымъ ниже основаніямъ. Здѣсь мы будемъ ее называть „спиральной гипотезой“ для болѣе рѣзкаго сопоставленія съ Лапласовой теоріей колець.

²⁾ Набросанный здѣсь очеркъ является выводомъ изъ указанныхъ раньше мемуаровъ профессора Чэмберлена и автора настоящей книги. Первый печатный отчетъ объ этой новой теоріи былъ данъ въ мемуарѣ Чэмберлена: „Fundamental Problems of Geology“, Year. Book № 3 of the Carnegie Institute of Washington. Онъ былъ также изложенъ авторомъ въ „Astrophysical Journal“, октябрь 1905. Труды развитія этой теоріи много помогли пожертвованія изъ фонда Карнеги.

произойти спиральный рой частицъ, и къ подробностямъ и достоинствамъ планетезимальной теоріи, нужно обратить вниманіе на то, что среди тысячъ извѣстныхъ намъ туманностей нѣтъ ни одного примѣра Лапласова туманнаго кольца. Съ другой стороны, спирали очень многочисленны, особенно среди менѣе значительныхъ и слабыхъ туманностей. Сдѣланныя Килеромъ, не задолго до его смерти, фотографіи на Ликской обсерваторіи привели его къ заключенію, что спираль представляетъ нормальный типъ. Онъ говоритъ:

„1. На небѣ существуетъ много тысячъ не занесенныхъ въ каталоги туманностей. Осторожная оцѣнка числа ихъ, доступнаго рефлектору Крослея, даетъ приблизительно 120 000. Число туманностей въ нашихъ каталогахъ составляетъ лишь небольшую долю этого.

„2. Эти туманности имѣютъ всевозможные размѣры, начиная съ большой туманности Андромеды и кончая такими объектами, которые трудно отличить отъ диска слабой звѣзды.

„3. Большинство этихъ туманностей имѣетъ спиральное строеніе... Хотя я долженъ предоставить другимъ оцѣнку важности этихъ заключеній, мнѣ кажется, что они имѣютъ непосредственное значеніе для многихъ, если не для всѣхъ вопросовъ космогоніи. Если, напримѣръ, спираль представляетъ нормальную форму, которую принимаетъ при сокращеніи туманная масса, то сейчасъ же возникаетъ мысль, что солнечная система развилась изъ спиральной туманности, хотя фотографіи показываютъ, что спираль вообще не характеризуется той простотой, которую приписываетъ сокращающейся массѣ гипотеза (Лапласова) туманностей. Этотъ вопросъ уже былъ поднятъ Чэмберленомъ и Мультономъ, изъ Чикагскаго университета“.

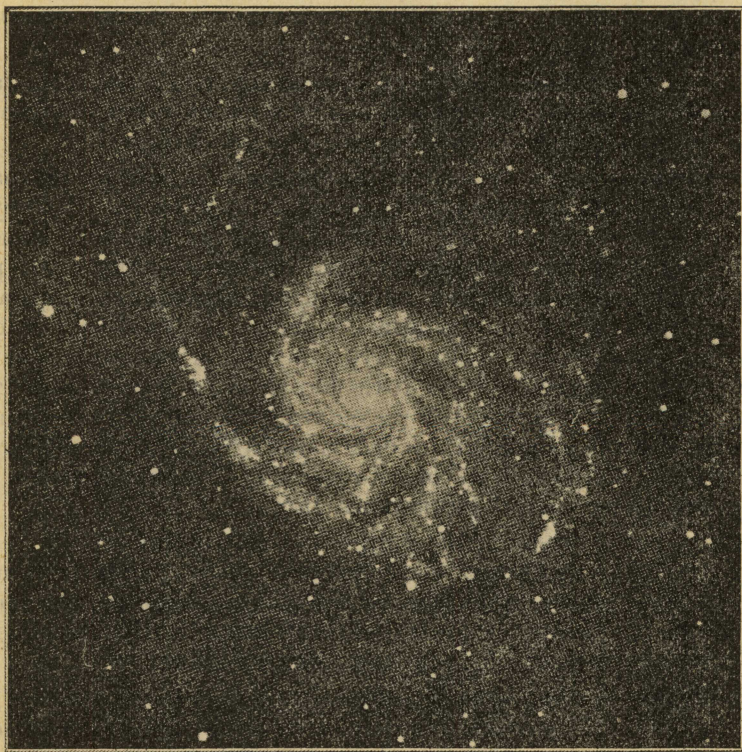
Между развѣтвленіями спиральныхъ туманностей замѣчаются пустыя пространства и, очевидно, если распредѣленіе вещества въ нихъ хотя приблизительно такое, какимъ оно кажется, то ихъ формы обязаны своимъ сохраненіемъ цѣликомъ движеніямъ отдѣльныхъ частей, а не давленію газовъ.

Возможное происхожденіе спиральныхъ туманностей. — Теорія развитія солнечной системы изъ спиральной туманности стоитъ почти независимо отъ гипотезъ о происхожденіи самой этой спирали. Тѣмъ не менѣе, Чэмберленъ указалъ возможный и даже вѣроятный способъ происхожденія этихъ замѣчательныхъ формъ; и для того, чтобы имѣть въ основѣ опредѣленную теорію, мы примемъ, по крайней мѣрѣ предварительно, что солнечная спиральная туманность развилась именно этимъ путемъ.

Звѣзды движутся другъ относительно друга часто съ очень большими скоростями и повидимому во всѣхъ направленіяхъ. Отсюда слѣдуетъ, что съ теченіемъ времени, можетъ быть, даже чрезвычайно долгаго, они могутъ проходить очень близко къ другимъ звѣздамъ или даже сталкиваться съ ними. Если произойдетъ столкновеніе, то очень много шансовъ за то, что оно будетъ бо-

ковое, а не центральное, и такимъ образомъ получится спираль; но шансовъ просто значительнаго сближенія несравненно больше и мы будемъ говорить здѣсь только о такомъ случаѣ

Когда два большихъ тѣла сближаются, они производятъ другъ въ другѣ огромныя приливныя напряженія, которыя, согласно изслѣдованіямъ Роша, совершенно разрываютъ ихъ, если ихъ разстояніе меньше, чѣмъ сумма ихъ радіусовъ, помноженная на 2.44... Но мы предположимъ, что эта граница не достигнута. Въ такомъ случаѣ подъ вліяніемъ однихъ только приливныхъ напряженій эти тѣла не раздробятся на части; но когда эти силы присоединятся къ стремленію газообразныхъ тѣлъ высокой темпе-



Фиг. 3.

ратуры взрываться, то почти навѣрно эти массы взорвутся и разойдутся на большія разстоянія. Здѣсь будетъ нѣкоторая аналогія съ эруптивными протуберанцами солнца, только въ гораздо большемъ масштабѣ. Такіе взрывы будутъ происходить въ направленіяхъ наибольшихъ возмущающихъ силъ. Изъ свойствъ силъ, производящихъ приливы, слѣдуетъ, что эти силы направлены прямо къ производящему приливы тѣлу и отъ него. Еслибы это вещество оставалось невозмущеннымъ, то оно падало бы прямо

назадъ на то тѣло, изъ котораго оно вырвалось. но тѣло, вызывающее приливъ, превратитъ его орбиту, какъ 'мы увидимъ, въ эллипсъ.

Возмущающее ускореніе.—Прежде чѣмъ разсматривать возмущающее дѣйствіе одного солнца на вещество, выброшенное изъ другого, мы, въ видѣ подготовки, рассмотримъ теперь характеръ этого возмущающаго ускоренія.

Пусть S и S' будутъ два солнца и пусть мы относимъ движеніе S' къ S , изъ котораго по предположенію выбрасывается вещество. Предположимъ, что S' движется около S по параболической или гиперболической орбитѣ (фиг. 4).

Разсмотримъ небольшую массу вещества въ P и найдемъ возмущающее ускореніе, производимое на нее массой S' . Пусть \overline{SA} представляетъ ускореніе притяженія S' на S по величинѣ и направленію. Пусть \overline{PB} представляетъ ускореніе, сообщаемое S' массѣ P по направленію и величинѣ. Такъ какъ S' ближе къ P , чѣмъ къ S , то \overline{PB} длиннѣе, чѣмъ \overline{SA} . А такъ какъ притяженіе измѣняется обратно пропорціонально квадрату расстоянія, то

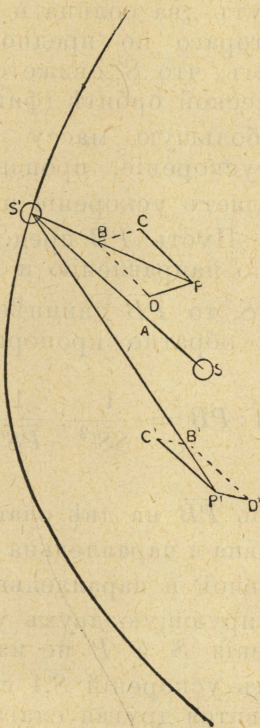
$$\overline{SA} : \overline{PB} = \frac{1}{SS'^2} : \frac{1}{PS'^2}.$$

Разложимъ теперь \overline{PB} на двѣ слагающихъ, одна изъ которыхъ пусть будетъ равна и параллельна \overline{SA} . Въ такомъ случаѣ, если \overline{PC} проведена равной и параллельной \overline{SA} , то ускореніе \overline{PB} представляетъ результирующую двухъ ускореній \overline{PC} и \overline{PD} . Но относительныя положенія S и P не измѣняются отъ дѣйствія равныхъ параллельныхъ ускореній \overline{SA} и \overline{PC} . Значитъ, возмущающимъ ускореніемъ явится другая слагаемая \overline{PD} . Соотвѣтственный чертежъ приведенъ и для того случая, когда частица находится гдѣ нибудь въ P' .

Въ результатѣ получается, что возмущающая слагающая ускоренія всегда направлена къ линіи, соединяющей S и S' . Будетъ ли находиться частица въ области P или P' , возмущеніе будетъ происходить въ направленіи движенія S' .

Развитіе эллиптическихъ орбитъ частицъ, выброшенныхъ изъ солнца по прямымъ линіямъ.—Предположимъ, что изъ S по направленію къ S' выброшена небольшая масса. Довольно значительное время она будетъ двигаться отъ S по прямой почти линіи. Тѣмъ временемъ S' будетъ двигаться дальше по своей орбитѣ, и условія станутъ аналогичными представленнымъ на рис. 4. Изъ свойствъ

возмущающей силы слѣдуетъ, что малая масса будетъ увлекаться въ направленіи обращенія S' . Величина этого уклоненія зависитъ отъ величины S' , эксцентриситета ея орбиты, степени сближенія ея съ S , ея разстоянія отъ перигелія въ тотъ моментъ, когда вещество выбрасывается, и отъ скорости, съ которой оно выбрасывалось. Вычисленіе кривыхъ, которыя получаются въ каждомъ частномъ случаѣ, представляетъ трудную и кропотли-



Фиг. 4.

вую работу. Но сдѣланныя пока вычисленія указываютъ, что выброшенные массы, послѣ того какъ S' уйдетъ на такое разстояніе, что его возмущающее дѣйствіе уже не будетъ играть роли, будутъ двигаться по эллиптическимъ орбитамъ. Совершенно тѣ же замѣчанія относятся и къ веществу, выброшенному въ направленіи, противоположномъ S' .

(Продолженіе слѣдуетъ).

Матеріалы для учебника космографіи.

Ф. Павлова.



II. *)

Размѣры земли.

Приращеніе зенитныхъ разстояній полюса міра или меридіальныхъ высотъ какой-либо неподвижной звѣзды, соотвѣтственно перемѣщеніямъ наблюдателя вдоль дуги меридіана, даетъ возможность опредѣлить размѣры земли. Для того достаточно измѣрить длину пройденной дуги.

Въ самомъ дѣлѣ, называя приращеніе дуги черезъ l ($\sim m' = l$), а соотвѣтствующее приращеніе высоты черезъ $\varphi - \varphi_1$ (фиг. 1), получимъ:

$$\frac{2\pi R.(\varphi - \varphi_1)}{360} = l$$

откуда

$$R = \frac{l.360}{2\pi(\varphi - \varphi_1)}.$$

Такимъ образомъ вычисленіе R сводится къ возможно точному измѣренію длины l .

Измѣреніе l , въ условіяхъ обыденной, не специализованной, практики, представляетъ весьма большія затрудненія, такъ какъ требуетъ не только строгаго слѣдованія дугѣ меридіана, но и сведенія всѣхъ результатовъ къ уровню океана, какъ поверхности, ближе всего отвѣчающей условіямъ сферичности.

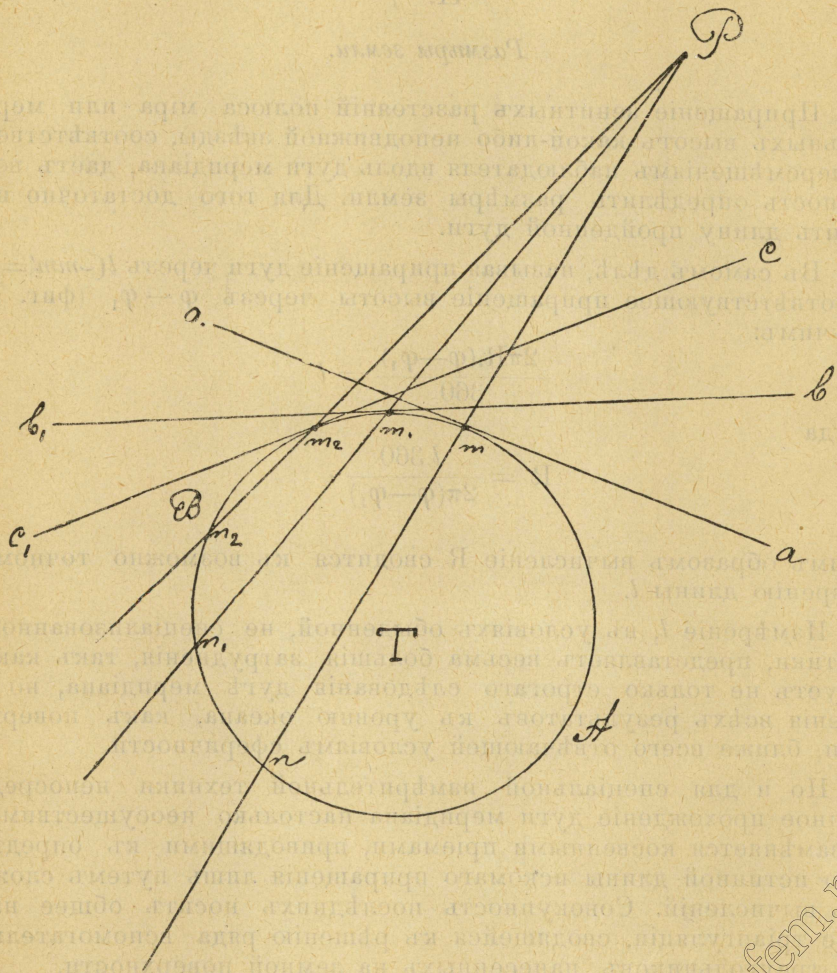
Но и для спеціальной измѣрительной техники непосредственное прохожденіе дуги меридіана настолько неосуществимо, что замѣняется косвенными приѣмами, приводящими къ опредѣленію истинной длины искомаго приращенія лишь путемъ сложныхъ вычисленій. Совокупность послѣднихъ носитъ общее названіе триангуляціи, сводящейся къ рѣшенію ряда вспомогательныхъ треугольниковъ, нанесенныхъ на земной поверхности.

Но для приблизительнаго опредѣленія размѣровъ земли нѣтъ надобности въ столь сложныхъ приѣмахъ, и можно воспользо-ваться нѣкоторыми наблюденіями иной категоріи. Таково напр. приводящееся въ большинствѣ учебниковъ космографіи опредѣленіе моментовъ появленія или исчезновенія на горизонтѣ высокихъ предметовъ, какъ маяковъ, церквей, горныхъ вершинъ, вы-

*) Смотри „Вѣстникъ оп. физ. и элем. матем.“ № 418 XXXV-го семестра № 10.

сота которыхъ и разстояніе отъ мѣста наблюденія хорошо извѣстны.

Соотвѣтствующіе подсчеты даютъ довольно постоянную величину для радіуса земли, около 6000 верстъ.

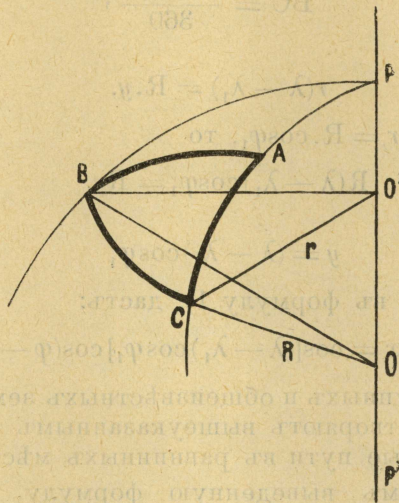


Фиг. 1.

Укажемъ иной способъ использованія, съ той же цѣлью, болѣе или менѣе точно извѣстныхъ земныхъ разстояній, по возможности прямолинейныхъ, и образующихъ незначительный уголъ съ меридіаномъ мѣста.

Пусть PP' земная ось (фиг. 2); A и B два пункта на земной поверхности, широта и долгота которых известны; PA и PB их меридианы; BC параллель, соответствующая точке B ; O центр земли; O' центр круга параллели; AB дуга большого круга.

Тогда, принимая въ случаѣ незначительной разницы долготъ точекъ A и B , дугу BC приблизительно совпадающей съ дугой



Фиг. 2.

большого круга, проходящей через тѣ же точки, найдемъ число градусовъ, соответствующихъ AB , по формулѣ сферическаго прямоугольнаго треугольника *).

$$\cos AB = \cos BC \cdot \cos AC.$$

Обозначая широту и долготу:

точки A через φ и λ ;

„ B „ φ' и λ' ;

искомое число градусовъ AB через x , получимъ:

$$1) \quad \cos x = \cos BC \cdot \cos(\varphi - \varphi_1).$$

Число градусовъ BC , отсчитанное по дугѣ большого круга, хотя и равной по длинѣ дугѣ круга параллели, не есть, однако, $\lambda - \lambda_1$; но можетъ быть легко выражено при помощи этой разности.

*) Хотя сферическая тригонометрія не входитъ въ курсъ среднеучебныхъ заведеній, формула эта, по элементарной простотѣ вывода, должна считаться вполне доступной пониманію учениковъ

Въ самомъ дѣлѣ, называя радіусъ земли черезъ R ; радіусъ соотвѣтствующаго круга параллели черезъ r ; число градусовъ дуги большого круга BC черезъ y , имѣемъ:

а) для центра O' :

$$BC = \frac{2\pi r(\lambda - \lambda_1)}{360}$$

б) для центра O :

$$BC = \frac{2\pi R.y}{360},$$

откуда

$$r(\lambda - \lambda_1) = R.y.$$

Но такъ какъ $r = R.\cos\varphi_1$, то

$$R(\lambda - \lambda_1)\cos\varphi_1 = Ry.$$

Слѣдовательно,

$$y = (\lambda - \lambda_1)\cos\varphi_1$$

что, по подстановкѣ въ формулу 1), дасть:

$$2) \quad \cos x = \cos[(\lambda - \lambda_1)\cos\varphi_1]\cos(\varphi - \varphi_1).$$

Изъ общедоступныхъ и общеизвѣстныхъ земныхъ разстояній лучше всего удовлетворяютъ вышеуказаннымъ условіямъ нѣкоторые желѣзнодорожные пути въ равнинныхъ мѣстностяхъ.

Такъ примѣнимъ выведенную формулу къ опредѣленію числа градусовъ въ дугѣ большого круга, проходящаго черезъ Варшаву и Петербургъ.

Широта и долгота (отъ Пулкова),

для Петербурга: $\varphi = 59^{\circ}57'$; $\lambda = 0$

для Варшавы: $\varphi_1 = 52^{\circ}13'$; $\lambda_1 = -9^{\circ}17'$;

подстановка въ 2) дасть:

$$\cos x = \cos [9^{\circ}17'\cos 52^{\circ}13']\cos 7^{\circ}44'.$$

Вспомогательный уголъ

$$y = 9^{\circ}17'\cos 52^{\circ}13' = 557'\cos 52^{\circ}13' = 341' = 5^{\circ}41',$$

почему

$$\cos x = \cos 5^{\circ}41' \cdot \cos 7^{\circ}44'$$

$$x = 9^{\circ}36' = 576'.$$

Принимая линію С.-Петербургско—Варшавской жел. дор. (1044 в.) совпадающею съ направлениемъ дуги большого круга, получимъ:

$$\frac{2\pi R.576}{360.60} = 1044 \text{ в.}$$

откуда

$$R = 6231 \text{ верста.}$$

Величина эта значительно превосходить истинную.

Болѣе близкіе результаты получимъ, если изберемъ конечными пунктами Петербургъ и Москву, а линію Николаевской ж. д. (604 в.) примемъ совпадающей съ дугой большого круга.

Тогда, при

$$\varphi = 59^{\circ}57' \text{ и } \lambda = 0 \text{ (для Петербурга)}$$

$$\text{и } \varphi_1 = 55^{\circ}45' \text{ и } \lambda_1 = 7^{\circ}18' \text{ (для Москвы),}$$

формула 2) дастъ:

$$\cos x = \cos[7^{\circ}18' \cos 55^{\circ}45'] \cos 4^{\circ}12'$$

$$\cos x = \cos 4^{\circ}6' \cos 4^{\circ}12'$$

$$x = 5^{\circ}52'$$

$$\text{и } R = 5899 \text{ верстъ.}$$

Аналогичными соображеніями руководствовался, между прочимъ, греческій астрономъ Эратосеенъ, жившій въ III вѣкѣ до Р. X.

Онъ считалъ землю шаромъ, радіусъ котораго можно опредѣлить, зная длину и число градусовъ какой-либо дуги меридіана.

Изъ разности зенитныхъ разстояній солнца въ полдень лѣтняго солнцестоянія онъ опредѣлилъ разность широтъ равною $7^{\circ}12'$; длину градуса меридіана въ 700 стадій; и окружность земли по меридіану въ 252000 стадій.

Основная ошибка Эратосеена состояла въ томъ, что онъ считалъ оба города лежащими на одномъ меридіанѣ, между тѣмъ какъ Сіена на $2^{\circ}58'$ восточнѣе Александріи.

Примѣняя къ данному случаю формулу 2) для вычисленія угловой дуги большого круга, проходящаго черезъ Сіену и Александрію, получимъ:

$$\cos x = \cos[2^{\circ}58' \cos 24^{\circ}1'] \cos 7^{\circ}12'$$

гдѣ $24^{\circ}1'$ широта древней Сіены;

$$x = 7^{\circ}42'.$$

Приведенныя вычисленія даютъ нѣкоторый матеріалъ для поправки къ Эратосеену.

Такъ, изъ выведенной имъ зависимости

$$1^{\circ} = 700 \text{ стадіямъ,}$$

слѣдуетъ, что разстояніе отъ Сіены до Александріи принималось равнымъ 5040 стадіямъ. Но круговое разстояніе между обоими городами не $7^{\circ}12'$, какъ допускалъ Эратосеенъ, а $7^{\circ}42'$, какъ мы выше показали.

Съ соответствующей поправкой получимъ тогда:

1) длина $1' = 10,92$ стад.

2) „ $1'' = 655$ ст.

3) „ дуги большого круга 235800 ст.

А такъ какъ длина одного градуса меридіана составляетъ между тропиками отъ 103,6 до 104 верстъ, то длина Эратосееновской стадіи содержитсяъ, слѣдовательно, между 553 и 558 англійскими футами *).

Электрическая станція

при физическомъ кабинетѣ Ловичскаго реальнаго училища.

А. Дмоховскаго.

(Къ вопросу о проведеніи электрической энергіи въ физическіе кабинеты средней школы).

Въ благоустроенномъ физическомъ кабинетѣ средней школы необходимо имѣть достаточное количество электрической энергіи, полученіе которой не было бы связано съ большими затрудненіями. Въ городахъ, имѣющихъ центральныя станціи электрическаго освѣщенія, проведеніе электрической энергіи въ кабинетъ не представляетъ особенныхъ затрудненій. Точно также, при наличности въ городѣ газопровода, можно поставить въ кабинетѣ батарею аккумуляторовъ и заряжать ее термоэлектрической батареей Гюльхера, отапливаемой газомъ. ¹⁾ Но во многихъ русскихъ городахъ ни электричества, ни газа нѣтъ и въ поминѣ. Для учебныхъ заведеній въ такихъ городахъ можно устроить небольшія электрическія станціи на подобіе устроенной мною въ 1901 году въ реальномъ училищѣ г. Ловича Варшавской губерніи.

Физическій кабинетъ Ловичскаго реальнаго училища помѣщается во второмъ этажѣ стариннаго зданія (бывшаго монастыря) и занимаетъ свыше 400 кв. аршинъ площади. Онъ состоитъ изъ

*) Словарь Брокгауза—Ефронъ даетъ для стадій такія величины:

ст. Аттическая 86,7 саж.

по Геродоту 88,6 „

„ Ксенофону 70,3 „

„ Эратосеену 73,9 „

¹⁾ Такого рода установка устроена преподавателемъ Вольфензономъ въ Лодзинской мужской гимназіи, описаніе установки помѣщено въ „Вѣстникѣ опытной физики и элементарной математики“ за 1900 г., стоимость ея 837 р. 25 коп. Она состоитъ изъ 24 аккумуляторовъ емкостью до 720 амперъ-часовъ. Полное заряженіе батареи требуетъ около 4-хъ недѣль постоянного дѣйствія термо-батареи. Послѣдняя, какъ показалъ опытъ, можетъ поставлять весь возможный расходъ электричества за учебный годъ. Батарея аккумуляторовъ питаетъ дуговую лампу въ 48 вольтъ и 3—4 амперъ.

большого теплаго, свѣтлаго корридора, аудиторіи на 42 мѣста (въ случаѣ надобности учениковъ можетъ помѣститься значительно больше), двухъ комнатъ для храненія приборовъ и небольшой комнаты для электрической станціи. Аудиторія соединена аркой съ первой комнатой для храненія приборовъ; изъ всѣхъ комнатъ двери ведутъ въ корридоръ. Въ комнатѣ для электрической станціи расположены керосиновый двигатель и динамо-машина, съ одной стороны, а съ другой, — распределительная доска и резервуаръ для охлаждающей воды. Въ этой комнатѣ снятъ полъ, въ стѣнахъ, поперекъ комнаты, укрѣплены 3 желѣзные рельса, промежутки между ними и сводами первого этажа заполнены кирпичемъ и цементомъ. На рельсахъ установлены 2 желѣзные станины, а на послѣднихъ помѣщенъ двигатель, причемъ ось махового колеса лежитъ на трехъ подшипникахъ. Динамо-машина прикрѣплена къ двумъ деревяннымъ балкамъ, опирающимся на противоположныя стѣны комнаты.

Въ Ловичскомъ реальномъ училищѣ установленъ двигатель въ двѣ ¹⁾ лошадиныя силы фабрики Otto въ Deutz'ѣ на Рейнѣ. Цилиндръ этого двигателя горизонтальный, открывающійся спереди; поршень вращаетъ при помощи шатуна валъ, снабженный сильнымъ маховикомъ, роль котораго въ этомъ двигателѣ громадна. Работаетъ двигатель смѣсью паровъ керосина съ воздухомъ, причемъ керосинъ накачивается въ двигатель самотекомъ. Поступившій керосинъ сперва превращается въ испарителѣ въ паръ а затѣмъ смѣшивается съ соотвѣтственнымъ количествомъ воздуха, такъ что получается взрывчатая смѣсь. Эта смѣсь періодически попадаетъ въ цилиндръ двигателя и зажигается тамъ электрической искрой, получаемой отъ небольшой магнито-электрической машины, катушка которой для полученія тока тоже періодически поворачивается на опредѣленный уголъ маховымъ колесомъ. Ходъ явленій при работѣ двигателя слѣдующій:

1) при первомъ ходѣ поршня черезъ впускной клапанъ всасывается взрываема смѣсь;

2) при обратномъ движеніи поршня впускное отверстіе закрывается и смѣсь паровъ керосина съ воздухомъ сжимается въ камерѣ ²⁾, объемъ которой равенъ 0,4 объема всего цилиндра;

3) въ концѣ этого хода, когда поршень находится въ мертвой точкѣ и скорость его равна нулю, происходитъ воспламенение электрической искрой взрываемо смѣси, и развивающееся давленіе газообразныхъ продуктовъ горѣнія перемѣщаетъ поршень;

¹⁾ Для цѣлей физическаго кабинета можно удовольствоваться даже двигателемъ въ 1 лошадиную силу, такъ какъ такого рода двигатель можетъ питать дуговую лампу проекціоннаго аппарата на 8—10 амперъ.

²⁾ Для помѣщенія газовой смѣси, цилиндръ на одной сторонѣ удлиненъ; когда поршень на этой сторонѣ дойдетъ до своего конечнаго положенія, еще остается нѣкоторое пространство, наполненное сжатою газовой смѣсью.

4) при вторичномъ обратномъ движеніи поршня, открывается выпускной клапанъ, и поршень вытѣсняетъ изъ цилиндра продукты горѣнія. Такимъ образомъ изъ 4-хъ ходовъ поршня только одинъ рабочій, и большая часть получаемой при этомъ энергіи должна быть передаваема самому маховику, который былъ бы въ состояніи расходовать ее въ продолженіе трехъ остальныхъ ходовъ поршня, не измѣняя значительно скорости вращенія. Въ этомъ двигателѣ, собственно говоря, нѣтъ взрывовъ, но смѣсь паровъ керосина и воздуха сгораетъ медленно, равномерно, спокойно и безъ ударовъ; благодаря этому, ходъ двигателя спокоенъ и весьма равномеренъ. Продукты горѣнія трубой отводятся въ небольшой котель, прикрѣпленный снаружѣ зданія во избѣжаніе непріятнаго запаха; изъ котелка эти продукты по трубѣ, поднимающейся до крыши, выталкиваются въ наружный воздухъ. Всѣ операціи въ двигателѣ, какъ-то: всасываніе, сжатіе, воспламененіе, расширеніе и выталкиваніе продуктовъ горѣнія,—производятся въ одномъ цилиндрѣ, при посредствѣ единственнаго поршня. Особый стержень, параллельный длинѣ цилиндра и получающій движеніе отъ вала черезъ посредство двухъ зубчатыхъ коническихъ колесъ, приводитъ въ дѣйствіе всѣ механизмы, необходимые для закрыванія и открыванія впускного и выпускного отверстій въ цилиндрѣ, для регулированія хода двигателя, полученія электрической искры и т. п.

Чтобы пустить двигатель въ ходъ, необходимо въ особый резервуарчикъ, прикрѣпленный сверху цилиндра, налить одну—двѣ рюмки бензину и затѣмъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ вертѣть ручкой маховое колесо. При этомъ вращеніи всасывается внутрь цилиндра смѣсь воздуха съ парами бензина; одновременно внутри цилиндра получаютъ электрическія искры, происходитъ сгораніе смѣси, поршень получаетъ толчки, живая сила махового колеса возрастаетъ, и черезъ 3—4 минуты, а иногда и скорѣе, двигатель начинаеть самостоятельно работать. Въ указанный резервуарчикъ слѣдуетъ наливать очень немного бензину, иначе при избыткѣ его смѣсь паровъ бензина съ воздухомъ не будетъ въ надлежащей пропорціи и воспламененія не произойдетъ. Иногда двигатель упорно не хочетъ работать. Въ такомъ случаѣ нужно отвинтить переднюю часть цилиндра, представляющую изъ себя желѣзную втулку, снабженную изолированной отъ нея (электрически) подвижной желѣзной скобкой; втулку и скобку необходимо тщательно очистить отъ сажи, такъ какъ въ противномъ случаѣ между ними не будутъ проскакивать электрическія искры и, слѣдовательно, не будетъ происходить воспламененія взрывчатой смѣси. Эта часть двигателя всегда должна содержаться въ полнѣйшей чистотѣ: всякій разъ, по окончаніи работы двигателя, эту часть его слѣдуетъ аккуратно очистить, и тогда двигатель постоянно будетъ готовъ къ дѣйствію. Во время очистки слѣдуетъ рукой изслѣдовать каналъ двигателя и выбрать тряпками скопившійся тамъ жидкій бензинъ или керосинъ. Когда

двигатель станетъ вполне хорошо работать, а цилиндръ двигателя достаточно нагрѣется, пускаемъ въ цилиндръ керосинъ изъ особаго резервуара; тогда двигатель начнетъ работать исключительно керосиномъ. Иногда случается, что двигатель во время полного хода начинаетъ вдругъ останавливаться. Въ такомъ случаѣ подливаемъ въ указанный выше резервуарчикъ немного бензину, и обыкновенно двигатель вслѣдъ за этимъ начинаетъ снова прекрасно работать. Во избѣжаніе остановки двигателя, не слѣдуетъ также внезапно слишкомъ сильно нагружать его, напримѣръ, не слѣдуетъ сразу зажигать всѣ лампы, лучше въ этомъ отношеніи придерживаться постепенности.

Вслѣдствіе быстро слѣдующихъ другъ за другомъ воспламененій взрывчатой смѣси, цилиндръ двигателя сильно нагрѣвается. Весьма важно поэтому соответственное охлажденіе цилиндра. Для этой цѣли цилиндръ окруженъ металлической оболочкой, въ которой всегда должна находиться вода, если только помѣщеніе для машины отапливается. Если же машинное помѣщеніе—холодное, то зимой, всякій разъ по окончаніи работы двигателя, необходимо выпустить воду изъ оболочки, а также изъ соединительныхъ трубокъ, иначе во время морозовъ вода замерзнетъ и разорветъ оболочку и трубы. Точно также не слѣдуетъ забывать о необходимости циркуляціи воды, черезъ оболочку во время работы двигателя, иначе произойдетъ серьезная порча послѣдняго ¹⁾. Въ Ловичскомъ реальномъ училищѣ, въ которомъ не имѣется водопровода, для охлажденія цилиндра устроенъ желѣзный резервуаръ на 40—50 ведеръ воды. Отъ нижней части этого резервуара идетъ труба въ упомянутую оболочку, окружающую цилиндръ двигателя, а изъ оболочки идетъ другая труба къ верхней части резервуара съ холодной водой. Такимъ образомъ получается система сообщающихся сверху и снизу сосудовъ, наполненныхъ водой. Пока температура во всѣхъ частяхъ этой системы одинакова, вода не циркулируетъ но лишь только цилиндръ двигателя нагрѣется, нагрѣвается вода въ оболочкѣ, подымается по трубѣ въ верхнюю часть резервуара для воды, а на мѣсто нея притекаетъ холодная изъ нижней части резервуара. Такимъ образомъ въ резервуарѣ горячая вода скопляется наверху, а холодная внизу, вслѣдствіе чего холодная и горячая вода не смѣшиваются. Въ этотъ резервуаръ пришлось въ теченіе двухъ лѣтъ долить два или три раза по одному ведрѣ. Количество воды въ резервуарѣ достаточно для 6-ти часовой непрерывной работы двигателя; послѣ этого вся вода въ резервуарѣ становится горячей и потому не способной болѣе охлаждать цилиндра ²⁾. Но подобной продолжительной работы въ физическомъ кабинетѣ не бываетъ, а если бы для какой-нибудь цѣли

¹⁾ Температура воды въ оболочкѣ не должна быть выше 85°C.

²⁾ Количество воды, необходимое для охлажденія цилиндра, принимаютъ=400—500 литровъ на лошадиную силу.

понадобилось дѣйствіе двигателя въ продолженіе свыше шести часовъ, то при отсутствіи водопровода необходимо оставить большій резервуаръ для охлаждающей воды, напримѣръ, на 100—120 ведеръ. При наличности водопровода нѣтъ надобности въ особомъ резервуарѣ для воды.

Двигатель Ловичскаго реального училища расходуетъ въ часъ около 3-хъ фунтовъ керосина ¹⁾, такимъ образомъ расходъ на освѣщеніе въ теченіе часа ничтоженъ. Дурного запаха отъ керосина въ помѣщеніи не бываетъ, даже при продолжительной работѣ двигателя, конечно, при условіи содержанія въ чистотѣ какъ двигателя, такъ и помѣщенія. Чистка двигателя и уходъ за нимъ весьма просты, и не требуютъ никакихъ специальныхъ познаній: въ Ловичѣ смотритъ за двигателемъ обыкновенный сторожъ. Ходъ двигателя весьма ровный, миганія лампъ накаливанія нѣтъ, а стрѣлка вольтметра Вестона на распредѣлительной доскѣ дрожить въ предѣлахъ 1 вольты. Двигатель стучитъ очень мало: если двери въ комнатѣ для электрической станціи закрыты, то въ корридорѣ можно заниматься, а класса шумъ почти не достигаетъ. Керосиновый двигатель не имѣетъ наружнаго пламени, а потому безопасенъ въ пожарномъ отношеніи; кромѣ того, онъ не требуетъ предварительнаго нагрѣванія и потому очень быстро пускается въ ходъ. Иногда зажиганіе смѣси въ цилиндрѣ сопровождается сильнымъ трескомъ, пугаться этихъ тресковъ не слѣдуетъ, но вслѣдъ за трескомъ двигатель начинаетъ останавливаться, и чтобы возобновить его движеніе необходимо подлить въ извѣстный резервуарчикъ немного бензину. Весьма серьезное вниманіе при работѣ двигателя нужно обратить на масленки и смазку трущихся частей. Маленькую чистку двигателя, о которой я упоминалъ, необходимо производить по возможности чаще. Но ни въ какомъ случаѣ самому преподавателю не слѣдуетъ разбирать двигатель, вынимать поршень, снабженный пружинами и т. п. Болѣе серьезную чистку двигателя слѣдуетъ производить разъ въ годъ при помощи спеціалиста-мастера и для этой цѣли, во избѣжаніе порчи двигателя, не слѣдуетъ жалѣть 25—30 рублей. При тщательномъ уходѣ за двигателемъ и той незначительной работѣ, которая требуется отъ двигателя для цѣлей физическаго кабинета, двигатель можетъ служить десятки лѣтъ.

Керосиновый двигатель Ловичскаго реального училища рассчитанъ на двѣ лошадиныя силы, т. е. можетъ выработать 1200 уаттъ, принимая во вниманіе разныя потери; слѣдовательно, онъ

¹⁾ Расходъ керосина на 1 силу-часъ при полной нагрузкѣ = 0,39 килограмма, при половинной нагрузкѣ = 0,44 килограмма, и при работѣ въ холостую = 2,6 килограмма.

можетъ дать токъ въ 18 амперъ при 65 вольтахъ напряженія ²⁾. Маховое колесо двигателя дѣлаетъ 250 оборотовъ въ минуту и соединено ремнемъ съ динамо-машиной постоянного тока, системы Лунделя, на 25 амперъ при 65 вольтахъ напряженія. Эта динамо со всѣхъ сторонъ закрыта, поднимаются лишь крышки для наблюденія за коллекторомъ и щетками, причемъ послѣднія — угольныя. Токъ отъ динамо идетъ къ распредѣлительной доскѣ, находящейся въ одной комнатѣ съ двигателемъ и динамо. На доскѣ расположены вольтметръ, амперметръ ¹⁾, главный выключатель, второстепенные выключатели для нѣсколькихъ линій и, кромѣ того, соответственное число предохранительныхъ мостиковъ. Подъ распредѣлительной доской, на стѣнѣ расположенъ шунтовой реостатъ для регулированія напряженія динамо. Поворотомъ соответственнаго выключателя я могъ зажечь одинъ за другимъ два дуговыхъ фонаря, освѣщавшихъ въ торжественные дни зданіе училища снаружи, могъ освѣтить корридоръ или аудиторію или комнаты для храненія приборовъ. Кромѣ того, я устроилъ особую линію съ болѣе толстыми проводами; эта линія раздѣлялась на двѣ части: одна часть оканчивалась въ корридорѣ, а другая направлялась въ аудиторію. Первая предназначалась для практическихъ занятій учащихся по физикѣ, а также для питанія проекціоннаго аппарата въ случаѣ устройства въ корридорѣ чтеній съ туманными картинами ³⁾. Другая линія направлялась къ распредѣлительной доскѣ, помѣщенной въ аудиторіи, около стола для опытовъ. На этой распредѣлительной доскѣ расположены вольтметръ, амперметръ и пять реостатовъ въ видѣ цилиндровъ съ намотанной на нихъ проволокой различной толщины. Поворотомъ ручки коммутатора я могу токъ отъ динамо пропускать черезъ тотъ или иной реостатъ и въ любой моментъ могу получить токъ силою отъ 1 до 20 амперъ. Вдоль каждаго реостата движется собачка, посредствомъ которой можно

¹⁾ Амперметръ оказался на этой доскѣ лишнимъ и, во избѣжаніе порчи, былъ мною даже выключенъ изъ цѣпи.

²⁾ Въ электротехникѣ рассчитываютъ на каждую лошадиную силу 8 лампочекъ накаливанія по 16 свѣчей каждая, или же 1 дуговую лампу на 8 амперъ. Двигатель Otto Deutz, рассчитанный на 2 лошадины силы, фактически даетъ нѣсколько больше, хотя перегружать двигателя не слѣдуетъ. При расчетѣ числа лампъ накаливанія и дуговыхъ лампъ можно пользоваться слѣдующими соображеніями:

- 1) въ существующихъ образцахъ лампъ накаливанія на каждую нормальную свѣчу затрачивается отъ 2,5 до 4 уаттъ;
- 2) лампа Нернста требуетъ около 1,5 уатта на свѣчу, служитъ очень долго, но не сразу зажигается;
- 3) для правильнаго и спокойнаго горѣнія вольтовой дуги при постоянномъ токѣ необходимо въ среднемъ 45 вольтъ, не считая паденія потенциала въ проводахъ; сила свѣта вольтовой дуги зависитъ главнымъ образомъ отъ силы тока. Отношеніе затраченной энергіи къ средней силѣ свѣта для вольтовой дуги = 0,5 — 1 уаттъ на 1 свѣчу.

³⁾ Корридоръ вслѣдствіе своихъ размѣровъ могъ вмѣстить значительно большее количество слушателей, чѣмъ аудиторія.

вводить въ цѣпь бѣльшую или меньшую часть даннаго реостата. Для соединенія какого-нибудь физическаго прибора съ этой доской на послѣдней находится два винтовыхъ зажима со значками плюсъ и минусъ. Посредствомъ спеціальнаго выключателя, расположеннаго на стѣнѣ подъ доской, можно включать и выключать эту доску изъ цѣпи. Въ настоящее время заграничныя фирмы физическихъ приборовъ приготавливаютъ значительно усовершенствованныя распредѣлительныя доски для учебныхъ заведеній. Поворотомъ ручки одного коммутатора, помѣщеннаго на подбѣжной доскѣ, можно мѣнять напряженіе центрального тока въ предѣлахъ отъ 60 до 3 вольтъ, а поворотомъ ручки другого коммутатора можно мѣнять силу тока отъ 3 до 20 амперъ ¹⁾. Такимъ образомъ, при помощи новыхъ распредѣлительныхъ досокъ, можно мѣнять въ извѣстныхъ предѣлахъ не только силу центрального тока, но и его напряженіе. Послѣднее обстоятельство весьма важно, такъ какъ получаемое отъ динамо-машины напряженіе въ 65 вольтъ слишкомъ велико для многихъ опытовъ.

Считаю не лишнимъ привести смѣту описываемой электрической станціи Ловичскаго реальнаго училища.

1. Горизонтальный керосиновый двигатель Otto Deutz въ 2 лошадиныя силы, съ двумя чугунными установками и 1 маховикомъ; длина двигателя 1,1 метра, ширина 0,65 м. Стоимость двигателя съ водопроводными и газопроводными трубами. 1125 руб.
2. Желѣзный резервуаръ для охлаждающей воды 55 руб.
3. Динамо-машина Лунделя, типа К6, съ напряженіемъ въ 65 вольтъ на 25 амперъ, съ 1380 оборотами въ минуту, съ салазками для натяженія ремня и шунтовымъ реостатомъ 305 руб.
4. Мраморная распредѣлительная доска (1175×910 мм.) въ дубовой рамѣ съ вольтметромъ и амперметромъ Вестона, 1 главнымъ выключателемъ, 8 второстепенными выключателями, 16 предохранительными мостиками 241 руб.
5. Двѣ дуговыхъ лампы съ принадлежностями и соединеніе ихъ съ распредѣлительной доской 248 руб.
6. 14 лампъ накаливанія для освѣщенія всего кабинета съ бра и люстрами, соединеніе этихъ лампъ съ распредѣлительной доской 144 руб.
7. Распредѣлительная доска въ аудиторіи (черная или ферная) въ дубовой рамѣ, съ амперметромъ, вольтметромъ, 5 реостатами; соединеніе этой доски съ доской въ машинномъ отдѣленіи 150 руб.

¹⁾ Фирма Ferdinand Ernecke (Berlin—Tempelhof) предлагаетъ подобную доску съ мраморной плитой, двумя вольтметрами, амперметромъ, выключателями и т. п. за 460 марокъ (№ 163 по каталогу).

8. Подготовка помещенія для установки двигателя, работа по устройству установки, разныя мелкія вещи 500 руб.

Итого . . . 2768 руб.

Принимая во вниманіе, что упомянутыя дуговыя лампы для физическаго кабинета излишни, можно считать общій расходъ на устройство станціи равнымъ 2.500 рублей ¹⁾. Эта станція доставляла въ мое распоряженіе токъ въ 18 амперъ (даже въ 20 амперъ) при напряженіи въ 65 вольтъ. Я могъ одновременно зажечь двѣ дуговыя лампы, по 8 амперъ каждая, и 5—6 лампочекъ накаливанія, по 16 свѣчей каждая. Зажигая въ проеціонномъ аппаратѣ дуговую лампу на 10 амперъ, я въ то же время имѣлъ токъ достаточной силы для производства разнаго рода опытовъ по электричеству.

(Продолженіе слѣдуетъ).

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Редакція проситъ не помѣщать на одномъ и томъ же листѣ бумаги 1) дѣловой переписки съ конторой, 2) рѣшеній задачъ, напечатанныхъ въ „Вѣстникъ“ 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 „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.

№ 847 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x^2 + (b + y)(c - z) = A,$$

$$y^2 + (c + z)(a - x) = B,$$

$$z^2 + (a + x)(b - y) = C.$$

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 848 (4 сер.). Рѣшить уравненіе

$$x^3 + \left(\sqrt[3]{a} - \sqrt{a} \right) x + \sqrt[12]{a^7} = 0.$$

С. Адамовичъ (Двинскъ).

№ 849 (4 сер.). Доказать, что число

$$\left(n - \frac{t^8 - 1}{256} \right)^{32n} - 1$$

дѣлится на $256n + 1$, если $256n + 1$ есть простое число, которое не дѣлится t , и если $\frac{t^8 - 1}{256}$ — цѣлое число.

А. Брюхановъ (Иркутскъ).

¹⁾ Матеріалы для установки, включая керосиновый двигатель, доставила фирма В. Эриксоновъ (Варшава, Коцебу 10), а установку выполнили спеціалистъ инженеръ Левандовскій, имѣвшій въ Варшавѣ свои электро-техническія мастерскія подъ фирмой „Фебусъ“.

№ 850 (4 сер.). Доказать, что дробь

$$\frac{14t+3}{21t+4}$$

при всякомъ цѣломъ значеніи t несократима.

Я. Назаревскій (Харьковъ).

№ 851 (4 сер.). Найти истинное значеніе выраженія

$$\frac{\cos ax^2 - \cos an^2}{x - n}$$

при $x = n$.

Н. Орликий (Варшава).

№ 852 (4 сер.). Въ кругъ вписана трапеція $AA'B'B$ и проведенъ діаметръ KH , перпендикулярный къ ея основанію AA' (предположено, что буквы K и H поставлены на чертежѣ такъ, что хорды AK и BH не пересекаются). Доказать, что

$$p = \frac{4q}{(q+1)^2},$$

гдѣ

$$\frac{AA' \cdot BB'}{AB'^2} = p, \quad \frac{BK \cdot AH}{AK \cdot BH} = q.$$

(Займств.).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 720 (4 сер.). Найти maximum выраженія

$$xy(x-y)^2$$

при условіи

$$x+y=a,$$

идѣ a —величина постоянная.

Представивъ предложенное выраженіе въ видѣ

$$xy[(x+y)^2 - 4xy] = xy[a^2 - 4xy] = 4xy \left[\frac{a^2}{4} - xy \right] \quad (1),$$

мы видимъ, что оно достигаетъ maximum'a вмѣстѣ съ выраженіемъ

$$u = xy \left[\frac{a^2}{4} - xy \right] \quad (2).$$

Но u есть произведеніе двухъ множителей xy и $\frac{a^2}{4} - xy$, сумма которыхъ $xy + \left(\frac{a^2}{4} - xy \right) = \frac{a^2}{4}$ есть число постоянное; поэтому u достигаетъ

maximum'a при условіи (см. (2)) $xy = \frac{a^2}{4} - xy$, откуда $2xy = \frac{a^2}{4}$, $xy = \frac{a^2}{8}$ (3).

Рѣшая совместно уравненія

$$x+y=a, \quad xy=\frac{a^2}{8},$$

находимъ, что x и y суть корни квадратнаго уравненія

$$t^2 - at + \frac{a^2}{8} = 0,$$

откуда

$$t = \frac{4a \pm \sqrt{16a^2 - 8a^2}}{8} = \frac{a(2 \pm \sqrt{2})}{4}.$$

Итакъ, при

$$x = \frac{a(2 + \sqrt{2})}{4}, \quad y = \frac{a(2 - \sqrt{2})}{4} \quad \text{или} \quad x = \frac{a(2 - \sqrt{2})}{4}, \quad y = \frac{a(2 + \sqrt{2})}{4}$$

разсматриваемое выраженіе достигаетъ maximum'a, равнаго (см. (1), (3))

$$4 \cdot \frac{a^2}{8} \cdot \left[\frac{a^2}{4} - \frac{a^2}{8} \right] = \frac{a^4}{16}.$$

Г. Лебедевъ (Харьковъ); Д. Боляиковскій (с. Степановка); Э. Лейникъ (Рига); Г. Оганянцъ (Ялта); В. Булыгинъ

№ 722 (4 сер.). Показать, что число

$$n^{m+1} - (m+1)n + m,$$

где n и m числа цѣлыя и m не отрицательно, дѣлится на число

$$n^{m-1} + 2n^{m-2} + 3n^{m-3} + \dots + pn^{m-p} + \dots + (m-1)n + m.$$

Введемъ обозначенія

$$S = n^{m-1} + 2n^{m-2} + 3n + \dots + (m-1)n + m \quad (1).$$

Тогда

$$\frac{S}{n} = n^{m-2} + 2n^{m-3} + 3n^{m-4} + \dots + m-1 + \frac{m}{n} \quad (2)$$

Вычитая изъ равенства (1) равенство (2), находимъ

$$\begin{aligned} \frac{S(n-1)}{n} &= [n^{m-1} + n^{m-2} + \dots + ((m-1)n - (m-2)n) + (m-m+1)] - \frac{m}{n} = \\ &= (n^{m-1} + n^{m-2} + \dots + n + 1) - \frac{m}{n} = \frac{n^m - 1}{n - 1} - \frac{m}{n} = \\ &= \frac{n^{m+1} - (m+1)n + m}{(n-1)n}, \end{aligned}$$

откуда

$$S = \frac{n^{m+1} - (m+1)n + m}{(n-1)^2}, \quad \text{т. е.}$$

$$\begin{aligned} &[n^{m+1} - (m+1)n + m] : S = \\ &= [n^{m+1} - (m+1)n + m] : (n^{m-1} + 2n^{m-2} + \dots + (m-1)n + m) = (n-1)^2 \quad (3). \end{aligned}$$

Изъ формулы (3) видно, что частное отъ дѣленія перваго изъ данныхъ въ условіи числа на второе дѣйствительно равно цѣлому числу.

Г. Лебедевъ (Харьковъ); Э. Лейникъ (Рига); В. Булыгинъ.

№ 723 (4 сер.) Построить параллелограмм $ABCD$ по углу δ между диагоналями AC и DB , по стороне $AB=1$ и по отношению

$$\frac{R_C}{R_D} = m:n$$

между радиусами кругов R_C и R_D , описанных соответственно около треугольников ABD и ABC .

Пусть O —точка встречи диагоналей. Так как

$$2R_C = \frac{DB}{\sin \angle BAD} \text{ и } 2R_D = \frac{AC}{\sin \angle ABC} = \frac{AC}{\sin(\pi - \angle BAD)} = \frac{AC}{\sin \angle BAD},$$

то

$$\frac{R_C}{R_D} = \frac{DB}{AC} = \frac{\frac{1}{2} DB}{\frac{1}{2} AC} = \frac{BO}{AO} = \frac{m}{n} \quad (1).$$

Отсюда вытекает построение по методу подобия. Построим треугольник $A'OB'$ по углу $A'OB'=\delta$ и двум отрезкам $B'O$ и $A'O$, находящимся в отношении (см. (1)) $B'O:A'O = m:n$; затем откладываем на прямой $A'B'$ отрезок $A'M=l$ и проводим через M прямую, параллельную OA' , до встречи с OB' в точке B ; через B проводим прямую параллельно $A'B'$ до встречи с OA' в точке A . На продолжениях AO и OB откладываем соответственно $OC=AO$ и $OD=OB$. Параллелограмм $ABCD$ есть искомый.

Г. Лебедев (Харьков); А. Турчинов (Одесса); Э. Лейник (Рига); В. Булыкин; Навакитин (Дербент); Г. Оганян (Ялта).

№ 728 (4 сер.). Найти сумму n первых членов ряда

$$1, \frac{4}{3}, \frac{4.6}{3.5}, \dots, \frac{4.6 \dots 2(k-1).2k}{3.5 \dots (2k-3)(2k-1)}.$$

Полагая в тождестве (см. решение зад. № 704 в № 429 „Вестника“)

$$\begin{aligned} \frac{1}{a_1} + \frac{a_1+r}{a_1 a_2} + \frac{(a_1+r)(a_2+r)}{a_1 a_2 a_3} + \dots + \frac{(a_1+r)(a_2+r) \dots (a_{n-1}+r)}{a_1 \cdot a_2 \dots a_{n-1} a_n} = \\ = \frac{1}{r} \left(\frac{(a_1+r)(a_2+r) \dots (a_{n-1}+r)}{a_1 \cdot a_2 \dots a_{n-1} a_n} - 1 \right) \end{aligned}$$

$a_1=1$, $a_2=3$, ..., a_{n-2n-1} , $r=3$, получим для искомой суммы следующее выражение:

$$\begin{aligned} 1 + \frac{4}{1.3} + \frac{4.6}{1.3.5} + \dots + \frac{4.6 \dots 2(n-1).2n}{1.3 \dots (2n-3)(2n-1)} = \\ = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{4.6 \dots 2(n+1)}{1.3 \dots (2n-1)} - 1 \right). \end{aligned}$$

Э. Лейник (Рига); Г. Лебедев (Обоянь).

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА 1906^г АКАД. ГОДЪ (III-й годъ изданія).

„ФИЗИКЪ-ЛЮБИТЕЛЬ“

Журналъ по опытнымъ и прикладнымъ физическимъ наукамъ, выходящій 2 раза въ мѣсяцъ за исключеніемъ іюня и іюля) выпусками въ 32 страницы съ чертежами и рисунками.

Подписная плата:

за годъ съ августа по май (20 номеровъ) 3 руб., за $\frac{1}{2}$ года (10 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 (II-й годъ изданія) высылается за 3 руб.

Редакторы-Издатели: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Кандидатъ Моск. Универс. К. А. Чернышевъ.} \\ \text{Инженеръ-Технологъ В. В. Рюминъ.} \end{array} \right.$

ИЗДАНІЯ 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. Костинская, старшаго астронома Пулковской Обсерваторіи. 15 к.
- 10) Тригонометрія для самообразованія. Д-ръ Эригъ 45 к.

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

ПРОГРАММА

ЕЖЕМѢСЯЧНАГО ЖУРНАЛА

„ПРИРОДА ВЪ ШКОЛѢ“,

посвященнаго вопросамъ преподаванія физики, химіи
и естествознанія въ средней и начальной школѣ.

1. Руководящія статьи по выясненію общаго плана и частныхъ преподаванія физико-химическихъ и естественныхъ наукъ.
 2. Статьи научнаго характера по отдѣльнымъ вопросамъ физики, химіи и естествознанія— главнымъ образомъ примѣнительно къ цѣлямъ преподаванія.
 3. Статьи и замѣтки, касающіяся различныхъ учебно-вспомогательныхъ пособій, кабинетовъ, лабораторій и т. п.
 4. Статьи и замѣтки, относящіяся къ практическимъ занятіямъ учениковъ.
 5. Свѣдѣнія о постановкѣ преподаванія физики, химіи и естествознанія въ различныхъ учебныхъ заведеніяхъ Россіи и другихъ странъ.
 6. Разборъ учебныхъ, популярно-научныхъ и научныхъ книгъ.
 7. Обзоръ статей по преподаванію физики, химіи и естествознанія, помѣщенныхъ въ главнѣйшихъ русскихъ и иностранныхъ журналахъ.
 8. Разныя извѣстія.
 9. Письма въ редакцію.
 10. Объявленіе.
-

Журналъ будетъ выходить въ 1907 году ежемѣсячно книжками въ
4 печатн. листа.

ЦѢНА съ пересылкою 3 РУБ. въ годъ.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ: МОСКВА, Петровка, д. Матвѣева, Товарищество И. Д. Сытина, а также въ главныхъ книжныхъ магазинахъ.

ДОПУСКАЕТСЯ РАЗСРОЧКА:

1 р. при подпискѣ, 1 р.—не позже 1 апрѣля и 1 р.—не позже 1 іюля.