

№ 16.



# ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

— { И } —

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

Издаваемый Я. К. Шпачинскимъ.

2-го СЕМЕСТРА № 4-й.

Адресъ Редакціи: Кіевъ, Нижне-Владимірская, д. № 19.

КІЕВЪ.

Типографія Е. Т. Кереръ, аренд. Н. Пилюченко и С. Бродовскимъ.  
1887.

<http://vofem.ru>

	СТР.
Гипотеза Франклина объ одной электрической жидкости <i>А. Л. Королькова</i> .	73
Примѣчанія редакціи . . . . .	76
Солнце. <i>Н. А. Конопацкаго</i> (Продолженіе). . . . .	80
Присланныя статьи: Замѣтка о треугольникѣ <i>Студ. Харьк. Универ.</i> <i>Вл. Шимковича</i> (окончаніе), Изъ Симбирска (рецензія) <i>А. Л—а</i> .	85
Хроника: Динамо-электрическая машинка <i>Смидта</i> , Руководство для метеорологовъ <i>Фанъ-Веббера</i> . . . . .	87
Смѣсь: Построеніе средней пропорціональной. . . . .	90
Вопросы и задачи № 107, 108, 109, 110, 111 и 112. . . . .	91
Рѣшенія задачъ: № 41, 48, 49 и 56. . . . .	92
Отвѣты редакціи . . . . .	96
Списокъ книгъ, присланныхъ въ редакцію—на оберткѣ.	

## РЕДАКЦІЯ

### ВѢСТНИКА ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

приглашаетъ всѣхъ преподавателей и любителей физико-математическихъ наукъ, равно какъ и учащихся принимать участіе въ журналѣ въ качествѣ сотрудниковъ-корреспондентовъ.

Авторамъ статей, помѣщенныхъ въ журналѣ, редакція высылаетъ бесплатно не болѣе 5 экземпляровъ тѣхъ номеровъ журнала, въ которыхъ эти статьи напечатаны. Авторы, желающіе имѣть отдѣльные оттиски своихъ статей, помѣщаемыхъ въ журналѣ, принимаютъ на себя всѣ расходы изданія и пересылки.



# ВѢСТНИКЪ

## ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

### И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 16.

II Сем.

15 Февраля 1887 г.

№ 4.

#### Гипотеза Франклина.

##### О б ъ о д н о й э л е к т р и ч е с к о й ж и д к о с т и .

Гипотеза эта обязательно упоминается во всѣхъ курсахъ физики, предназначенныхъ для среднихъ учебныхъ заведеній; вкратцѣ даже излагается ея сущность, но изложеніе это по большей части бываетъ неполно и неясно. Между тѣмъ по существу своему гипотеза Франклина весьма легко поддается точному, простому и элементарному изложенію.

Хорошо выясненная, при сопоставленіи ея съ гипотезой двухъ электрическихъ жидкостей (Симмера), она можетъ принести значительную пользу при преподаваніи физики, обнаруживая, что сущность нашихъ свѣдѣній о какомъ-либо явленіи, въ данномъ случаѣ объ электричествѣ, не зависитъ отъ тѣхъ допущеній, которыя мы можемъ сдѣлать о природѣ разсматриваемаго физическаго агента. Вообще гипотеза есть только удобный способъ выраженія и систематизированія нашихъ свѣдѣній, добытыхъ наблюденіемъ и опытомъ.

Высказанное положеніе о научномъ значеніи гипотезы всего удобнѣе выяснить наглядно, показавъ, что одна и та-же группа явленій можетъ быть объяснена на основаніи различныхъ гипотезъ, или—иными словами—что справедливость логически выводимыхъ изъ данной гипотезы слѣдствій еще не служить доказательствомъ справедливости самой гипотезы <sup>1)</sup>.

§ 1. Свою гипотезу объ одной электрической жидкости Франклинъ обнародовалъ въ письмахъ къ Питеру Коллинсону, члену Королевскаго Об-

<sup>1)</sup> См. примѣчанія редакціи, буква А, въ концѣ настоящей статьи.



щества въ Лондонѣ. Первое письмо датировано 28 іюля 1747 г., послѣднее 18 апрѣля 1754 г.

§ 2. Вся теорія электростатическихъ явленій основана на слѣдующемъ опытномъ законѣ Кулона:

*Взаимное дѣйствіе двухъ количествъ  $m$  и  $m'$  свободного электричества прямо пропорціонально произведенію этихъ количествъ и обратно пропорціонально квадрату разстоянія. Это взаимодѣйствіе обнаруживается либо отталкиваніемъ, либо притяженіемъ, смотря по тому будутъ-ли объ электрическія массы однородны или разнородны.*

Всякая гипотеза, предложенная для объясненія электрическихъ явленій, должна намъ дать возможность вывести изъ ея основоположеній законъ Кулона, какъ слѣдствіе.

§ 3. Гипотеза Франклина состоитъ изъ слѣдующихъ основныхъ положеній:

1) Каждый элементъ объема тѣла содержитъ извѣстное количество вѣсомой матеріи и нѣкоторое количество электрической жидкости.

2) Между каждыми двумя вѣсовыми частицами, а также между вѣсомой и электрической частицею существуетъ притяженіе.

3) Между двумя электрическими частицами существуетъ отталкиваніе.

4) Всѣ эти взаимныя силы направлены по прямой линіи, соединяющей частицы, и по величинѣ онѣ пропорціональны произведенію массъ и обратно пропорціональны квадратамъ разстояній.

§ 4. Покажемъ, какъ изъ этихъ допущеній вытекаетъ законъ Кулона. Разсмотримъ сначала дѣйствіе элементарнаго объема  $A$ , содержащаго вѣсомую массу  $M$  и электрическую  $m$ , на нѣкоторую электрическую массу  $\mu$ , находящуюся на разстояніи  $r$ .

Это дѣйствіе состоитъ изъ совмѣстнаго дѣйствія двухъ силъ: одной притягательной между вѣсомую массою  $M$  и электрическою массою  $\mu$ , величина которой есть

$$\frac{kM\mu}{r^2},$$

гдѣ  $k$  есть нѣкоторый постоянный коэффициентъ, и другой отталкивательной между электрическими массами  $m$  и  $\mu$

$$\frac{k_1 m \mu}{r^2},$$

гдѣ  $k_1$  изображаетъ тоже постоянный коэффициентъ. Равнодѣйствующая этихъ двухъ силъ

$$F = (kM - k_1 m) \frac{\mu}{r^2}$$



будетъ равна нулю въ томъ случаѣ, когда

$$\frac{m}{M} = \frac{k}{k_1} = \text{Const.}$$

т. е. тѣло находится въ нейтральномъ состояніи въ томъ случаѣ, когда количество содержащагося въ немъ электричества находится въ нѣкоторомъ опредѣленномъ отношеніи  $\frac{k}{k_1}$  къ количеству въсомой матеріи.

§ 5. Разсмотримъ теперь взаимодействіе двухъ элементарныхъ объемовъ А и В, находящихся въ нейтральномъ состояніи. Пусть количества въсомой матеріи въ нихъ будутъ соответственно М и М', а электрической — m и m'. По условію нейтральности имѣемъ

$$\frac{m}{M} = \frac{m'}{M'} = \frac{k}{k_1}. \quad (\alpha)$$

Взаимодействіе будетъ результатомъ совмѣстнаго дѣйствія четырехъ

силъ:

$$\frac{k_0 MM'}{r^2}, \quad \frac{k M m'}{r^2}, \quad \frac{k M' m}{r^2}, \quad \frac{k_1 m m'}{r^2},$$

изъ которыхъ первыя три притягательныя, а четвертая отталкивательная. Равнодѣйствующая ихъ выразится

$$R = \frac{1}{r^2} \left( k_0 MM' + k M m' + k M' m - k_1 m m' \right).$$

Или: 
$$R = \frac{MM'}{r^2} \left( k_0 + k \frac{m'}{M'} + k \frac{m}{M} - k_1 \frac{m}{M} \frac{m'}{M'} \right),$$

что на основаніи условій (α) даетъ

$$R = \frac{MM'}{r^2} \left( k_0 + \frac{k^2}{k_1} \right).$$

Называя для краткости постоянный множитель въ скобкахъ черезъ К, приходимъ къ общезвѣстному выраженію закона тяготѣнія Ньютона

$$R = K \cdot \frac{MM'}{r^2},$$

гдѣ коэффициентъ К есть такъ называемое *постоянное тяготѣнія*.

§ 6. Наэлектризованнымъ тѣломъ по гипотезѣ Франклина называется такое, которое содержитъ большее или меньшее количество электричества сравнительно съ количествомъ электричества, обуславливающимъ его нейтральное состояніе. Условимся при избыткѣ электричества называть тѣло



наэлектризованнымъ *положительно* и при недостаткѣ — наэлектризованнымъ *отрицательно*. (Само собою разумѣется, что можно было бы сдѣлать и обратное условіе).

Посмотримъ теперь какъ выразится взаимодѣйствіе тѣхъ-же двухъ элементарныхъ объемовъ А и В въ случаѣ, если они оба наэлектризованы, напр., электричествомъ одного знака. Пусть въ первомъ изъ нихъ кромѣ количества электричества  $m$ , присущаго нейтральному состоянію, содержится еще избытокъ  $\mu$ , а во второмъ — избытокъ  $\mu_1$ . Равнодѣйствующая всѣхъ взаимодѣйствій представится въ этомъ случаѣ въ видѣ

$$P = \frac{1}{r^2} \left[ k_0 MM' + kM(m' + \mu') + kM'(m + \mu) - k_1(m + \mu)(m' + \mu') \right],$$

или, на основаніи (а) и прежнихъ обозначеній,

$$P = K \cdot \frac{MM'}{r^2} - k_1 \frac{\mu\mu'}{r^2}.$$

Первый членъ, какъ мы видѣли, есть взаимодѣйствіе силъ тяготѣнія между вѣсомыми массами М и М' по закону Ньютона, а второй представляетъ дѣйствіе электрическихъ силъ. Этотъ членъ остается отрицательнымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда величины  $\mu$  и  $\mu'$  одного и того-же знака, и положительнымъ — когда знаки  $\mu$  и  $\mu'$  противоположны. Слѣдовательно, одноименные электрическіе заряды вызываютъ отталкиваніе, а разноименные — притяженіе. Величина этой силы электрическаго взаимодѣйствія получилась прямо пропорціональною произведенію избытковъ электричества  $\mu$  и  $\mu'$ , обуславливающихъ заряды и обратно пропорціональна квадрату разстоянія. Такимъ образомъ законъ Кулона выведенъ какъ простое и необходимое слѣдствіе гипотезы Франклина объ одной электрической жидкости <sup>1)</sup>.

А. Л. Корольковъ.

## Примѣчанія редакціи.

### Примѣчаніе А.

Высказанное авторомъ въ предисловіи мнѣніе о значеніи гипотезъ въ наукѣ нуждается, на нашъ взглядъ, въ дополнительной оговоркѣ.

Авторъ, очевидно, называетъ *гипотезой* (и это вполне основательно) лишь такія *допущенія*, которыя со своими слѣдствіями, согласными съ наблюденіемъ и опытомъ, связаны логическимъ рядомъ такъ

<sup>1)</sup> См. примѣчаніе редакціи буква В.



называемых *необратимых* умозаключеній, и которыя поэтому никогда не могут быть доказаны. Но въ физикѣ, къ сожалѣнію, называются иногда *гипотезами* и такія умозаключенія, которыя связаны съ исходными, взятыми изъ наблюденія, фактами рядомъ *обратимых* процессовъ. Къ такимъ гипотезамъ, конечно, нельзя относиться какъ къ удобному лишь способу выраженія и систематизированія нашихъ свѣдѣній, ибо это уже не гипотезы, а теоремы, строго доказанныя аналитическимъ путемъ и вошедшія, или по крайней мѣрѣ долженствующія войти, въ область нашихъ положительныхъ знаній.

Для разъясненія вышеуказаннаго критерія, служащаго для отличія вообще научной гипотезы отъ теоремы, напомнимъ, что *обратимымъ* умозаключеніемъ называется такой логическій выводъ слѣдствія изъ причины, или причины изъ слѣдствія, который можетъ быть произведенъ въ обратномъ порядкѣ только единственнымъ образомъ. Если, напр., изъ существованія факта А вытекаетъ какъ слѣдствіе возможность существованія другого факта В, и наоборотъ—если существованіе факта В дѣлаетъ необходимымъ существованіе факта А, (а не какого-нибудь иного факта С), то связь фактовъ А и В называется *обратимою*. Въ этомъ случаѣ А называется *причиною* В, и если существованіе А не подлежитъ сомнѣнію, то существованіе В можетъ быть *предсказано* (делуктивнымъ методомъ), наоборотъ, если существованіе В не подлежитъ сомнѣнію, то существованіе А можетъ быть *доказано* (индуктивнымъ методомъ). Изъ множества примѣровъ, которые можно подобрать для такихъ обратимыхъ процессовъ, укажемъ хотя-бы на дѣйствіе постоянной силы (А) и измѣненіе скорости движенія (В).—Въ *необратимомъ* процессѣ двухъ явленій М и N имѣемъ такую схему: при существованіи М вытекаетъ какъ слѣдствіе возможность существованія N, но при существованіи N можетъ имѣть мѣсто или М, или не М (а какойнибудь иной фактъ L). Въ этомъ случаѣ М есть *одна изъ причинъ* N, и если существованіе М не подлежитъ сомнѣнію, то существованіе N можетъ быть *предсказано*, если же N не подлежитъ сомнѣнію, то существованіе М не можетъ быть *доказано*, а лишь допущено какъ *гипотеза*. Для примѣра возьмемъ зависимость между давленіемъ газа и его объемомъ. При увеличеніи давленія (М) происходитъ какъ слѣдствіе уменьшеніе объема (N), но обратнаго заключенія мы не вправѣ сдѣлать, такъ какъ уменьшеніе объема (N) еще не доказываетъ, что газъ находится подъ увеличеннымъ давленіемъ (М) и мы знаемъ, что это можетъ быть слѣдствіемъ другой еще причины—уменьшенія температуры (L).

Принявъ такое опредѣленіе *гипотезы*, мы слѣдовательно не можемъ согласиться съ приложеніемъ этого термина къ такимъ *доказаннымъ* аналитически положеніямъ, какъ, напр., *существованіе ээира*. Неоднократно приходится встрѣчать такое мнѣніе: „существованіе ээира есть гипотеза, принятая для объясненія явленій свѣта и тепла“. Между тѣмъ простой рядъ логическихъ умозаключеній убѣждаетъ насъ, что существованіе ээира, какъ среды, способной передавать кинетическую энергію движущейся вѣсомой массы, есть безспорная истина. Для примѣра возьмемъ такія двѣ послѣдніе:

1) звукъ черезъ пустоту не передается (фактъ изъ опыта),

2) я слышу звукъ отдаленнаго колокола (фактъ изъ набл.).

Слѣдовательно: между мною и колоколомъ не пустота (умозакл.). Дальше:



примемъ этотъ выводъ вновь за посылку и прибавимъ вторую: 3) пустою называется пространство безъ матеріи. Отсюда выводъ: между мною и колоколомъ есть матерія. И если бы не было извѣстно никакихъ другихъ фактовъ кромѣ передачи звука, мы бы все-таки считали доказаннымъ *существованіе* этой матеріи (въ данномъ случаѣ воздуха), какъ необходимой среды для передачи звуковаго ощущенія. Итакъ—существованіе воздуха (А) и ощущеніе звука отдаленнаго колокола (В) связаны обратимымъ процессомъ, почему въ предыдущемъ логическомъ выводѣ нѣтъ ничего гипотетическаго. Точно также если за исходную точку нашихъ разсужденій примемъ законъ инерціи, изъ котораго слѣдуетъ, что энергія движущейся вѣсомой массы въ абсолютной пустотѣ сохранялась-бы вѣчно, и присоединимъ къ этому наблюденный фактъ лучеиспусканія, которое на основаніи современнаго ученія о теплотѣ не можетъ быть понимаемо иначе какъ расходованіе кинетической энергіи однимъ тѣломъ и соотвѣтственное этому увеличеніе ея въ другихъ тѣлахъ, то легко прійдемъ къ единственно возможному умозаключенію, о существованіи кромѣ вѣсомой матеріи въ природѣ еще нѣкоторой среды, *способной передавать кинетическую энергію* тепловыхъ (и свѣтовыхъ) движеній. Назвавъ эту среду *эфиромъ*, мы видимъ, что фактъ его существованія (А) и фактъ лучеиспусканія (В) связаны процессомъ обратимымъ, т. е. что существованіе эфиря влечетъ за собою какъ слѣдствіе возможность лучеиспусканія, и наоборотъ—лучеиспусканіе (фактъ наблюденный) можетъ имѣть мѣсто не иначе, какъ при существованіи эфиря (фактъ доказанный).

Всякое лишнее слово, прибавленное къ этому факту съ цѣлью приписать эфиру какое-бы то ни было специальное свойство, кромѣ свойства передавать тепловую и свѣтовую энергію, будетъ уже *гипотезою о свойствахъ эфиря*, или о его строеніи и пр.

### Примѣчаніе В.

Г. Корольковъ въ статьѣ своей, заимствованной изъ „Механической теоріи тепла П. Вріо“, ограничивается доказательствомъ возможности вывода закона Кулона изъ основныхъ положеній гипотезы Франклина объ одной электрической жидкости, не подвергая ее критическому разбору, т. е. не указывая ея преимуществъ и недостатковъ съ научной точки зрѣнія. Это даетъ намъ нѣкоторое право прибавить по этому поводу еще нѣсколько словъ отъ себя, тѣмъ болѣе, что въ пониманіи физическихъ гипотезъ вообще замѣчается не мало разногласія.

Замѣтимъ прежде всего, что въ основномъ положеніи гипотезы Франклина, т. е. въ допущеніи *существованія одной электрической жидкости*, соединенъ фактъ доказанный съ двумя предположеніями недоказанными. Доказаннымъ фактомъ (физ. теоремой), а не гипотезой—на основаніи соображеній вкратцѣ изложенныхъ въ предыдущемъ примѣчаніи—мы считаемъ *существованіе нѣкоторой невѣсомой среды, обуславливающей электрическія явленія*. Недоказанными допущеніями слѣдуетъ считать: 1) предположеніе, что существуетъ только одна такая среда, т. е. что оба разнотипныя электрическія состоянія (натертаго стекла и натертой смолы) вызываются нѣкоторыми перемѣнами въ одной и той же электрической



средѣ и 2) предположеніе о нѣкоторомъ сходствѣ свойствъ этой среды со свойствами вѣсомыхъ жидкостей, выразившееся впрочемъ въ одномъ лишь названіи — *электрическая жидкость*. Последнее предположеніе, отчасти оправдываемое тою аналогіею, какая замѣчается между давленіемъ и теченіемъ вѣсомыхъ жидкостей и электрической среды, очевидно не существенно и легко можетъ быть устранено, если разъ на всегда условимся, во избѣжаніе сбивчивости понятій, не называть электрической среды жидкостью.

Первое допущеніе касательно существованія одной только электрической среды относится, по нашему мнѣнію, къ числу наиболѣе удачныхъ физическихъ гипотезъ, такъ какъ въ немъ соединяется и простота, и естественность. Разъ мы должны принять существованіе въ природѣ нѣкой электрической среды, способной передавать съ громадною скоростью электрическую энергію, то, конечно, предположеніе, что есть только одна такая среда будетъ проще всякаго другого; съ другой стороны явленіе электрическаго разряда, т. е. полная компенсація равныхъ количествъ электричествъ положительнаго и отрицательнаго, находитъ болѣе естественное объясненіе въ допущеніи существованія двухъ прямо противоположныхъ перемѣнъ, имѣющихъ мѣсто въ одной и той-же средѣ, нежели въ гипотезѣ существованія двухъ какихъ то невѣсомыхъ веществъ, которыя, соединяясь въ равныхъ количествахъ, обращаются въ ничто. — Къ сожалѣнію, основная идея Франклина о существованіи одной электрической среды сразу не была принята математиками теоретиками, разработавшими теорію электрическихъ явленій. За то физики явно склонялись въ ея сторону. Фарадей смотрѣлъ на положительныя и отрицательныя электрическія состоянія какъ на явленія прямо противоположныя и сравнивалъ ихъ съ механическимъ дѣйствіемъ и противоѣйствіемъ. Секки, Ганкель, Мотье и другіе высказывали предположенія о томъ, что электрическое состояніе обуславливается движеніями (колебательными и вращательными) элементовъ одной невѣсмой среды (эоипра). Эдлундъ, проводя параллель между гидростатическимъ давленіемъ и давленіемъ электрической среды, объяснилъ весьма элементарно электрическія притяженія и отталкиванія. Наконецъ Максвеллъ въ своей электромагнитной гипотезѣ свѣта разработалъ идею одной электрической среды съ современной точки зрѣнія и доказалъ возможность объясненія всѣхъ электрическихъ явленій допущеніемъ вращательныхъ движеній элементовъ электрической среды въ изоляторахъ и — вращательнымъ и поступательнымъ въ проводникахъ.

Не слѣдуетъ однакожъ думать, что подобныя гипотезы касательно механизма перемѣнъ, происходящихъ въ самой электрической средѣ, имѣютъ какое либо существенное значеніе въ наукѣ. Напротивъ, онѣ ни на одинъ шагъ не приближаютъ насъ къ тайнамъ природы и даютъ лишь пищу нашему воображенію. Мы возвратимся еще къ этому вопросу при изложеніи вышеупомянутой гипотезы Максвелла въ одномъ изъ будущихъ номеровъ журнала. Теперь возвращаемся къ гипотезѣ Франклина.

Указавъ на главное преимущество простоты и естественности этой гипотезы въ ея основномъ положеніи, мы обязаны теперь предупредить читателя, что въ подробностяхъ своихъ гипотеза эта ничѣмъ не лучше всякихъ иныхъ. Въ ней очень много лишняго. Такъ, для того чтобы объяснить электрическое притяженіе и отталкиваніе Франклинъ, какъ мы видѣли, дѣлаетъ допущеніе о взаимномъ притяженіи между элементами вѣсо-



мой матеріи и электрической, и о взаимномъ отталкиваніи между элементами электрической среды. Вслѣдствіе 1-го допущенія закону Ньютона приписывается такая общность, которая никогда не была и не будетъ доказана. Мы знаемъ фактъ тяготѣнія вѣсомыхъ массъ, но изъ этого еще не слѣдуетъ, чтобы мы имѣли право распространять тяготѣніе и его законы на матерію вѣсомую и невѣсомую. Тутъ даже въ названіи является противорѣчіе, ибо *невѣсомымъ* мы бы не считали того, что подвержено тяготѣнію. Второе допущеніе взаимнаго отталкиванія элементовъ электрической среды становится совершенно лишнимъ. Въ самомъ дѣлѣ, если мы не знаемъ почему одноименно наэлектризованныя тѣла отталкиваются, то развѣ мы будемъ это знать, когда допустимъ отталкиваніе самихъ элементовъ среды? Въдѣ такое свойство среды для нашего ума въ той же точно мѣрѣ непонятно, какъ и отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ, и мы можемъ требовать съ такимъ же правомъ отвѣта на новый вопросъ: почему элементы электрической среды взаимно отталкиваются? Если же и для объясненія этого сомнительнаго явленія придумаемъ еще новую гипотезу, то въ ней опять будетъ такое новое положеніе, которое вызоветъ новый вопросъ и т. д. до безконечности. Отсюда видимъ, какъ бесполезны и даже обманчивы подобныя подробности гипотезъ, которыя сводятъ только наше незнаніе чего либо на одну ступень ниже.

Итакъ въ гипотезѣ Франклина заслуживаетъ вниманія лишь основное положеніе, по которому всѣ тѣла содержатъ кромѣ вѣсомой матеріи еще нѣкоторую электрическую среду. Мы ничего не знаемъ можетъ ли она быть въ тѣлахъ въ избыткѣ или въ недостаточномъ количествѣ, отталкиваются ли ея элементы, вращаются ли, движутся ли—или нѣтъ. Всякое допущеніе, сдѣланное въ этомъ отношеніи, было бы бесполезно, ибо гораздо проще принять въ основу ученія объ электричества въполнѣ достовѣрный фактъ притяженій и отталкиваній по закону Кулона и отсюда (а не изъ гипотетическихъ положеній) прийти къ отвлеченному понятію объ электрическихъ силахъ и о количествѣ электричества.

## С о л н ц е.

Составилъ по Секки и др. источникамъ

Н. А. Конопацкій.

(Продолженіе) <sup>1)</sup>.

### IV. Выступы и вѣнецъ солнца.

Мы переходимъ теперь къ рассмотрѣнію такихъ явленій, которыя до недавняго времени наблюдались только при солнечныхъ затмѣніяхъ. Вслѣдствіе того наблюденія были не только сравнительно рѣдко возможны, но

<sup>1)</sup> См. „Вѣстникъ“ №№ 2, 5, 8, и 14.



и производились при особенныхъ условіяхъ, наилучшее представленіе о которыхъ мы составимъ себѣ изъ словъ самихъ наблюдателей.

Солнечное затменіе пріобрѣтаетъ живой интересъ съ того момента, какъ темный дискъ луны достигаетъ центра солнца. Съ этихъ только поръ въ значительной степени меркнетъ свѣтъ солнца, и это происходитъ такъ быстро, что возбуждаетъ невольное чувство ужаса въ наблюдателѣ. Всѣ предметы являются въ необыкновенно печальномъ, мрачномъ и грозномъ видѣ; прекраснѣйшая зелень ландшафта получаетъ сѣрый цвѣтъ; небо вокругъ солнца кажется свинцовымъ, а горизонтъ окруженъ зеленовато-желтымъ свѣтомъ. Лица покрываются мертвенной блѣдностью, какъ при свѣтѣ спиртовой лампы, насыщенной поваренной солью. Этотъ желтоватый отблескъ и быстро наступающее пониженіе температуры производятъ такое впечатлѣніе, какъ будто гибнетъ вся жизнь на землѣ.

Въ природѣ царитъ тогда полное безмолвіе, птицы прячутся, насѣкомыя заползаютъ въ норы и щели, все какъ бы предчувствуетъ ужасное несчастье.

„Въ Испаніи“, говоритъ Секи (1860) „мы были сначала окружены любопытной и болтливой толпой, которой неумолкаемая болтовня надоѣдала намъ цѣлый день, но когда приблизилась торжественная минута—все стихло, и мы такъ-же ясно могли слышать тиканье хронометра, какъ въ глубокую полночь на уединенной обсерваторіи. Всѣ взоры, полные ожиданія, устремились на тонкій, узенькій серпъ солнца“.

„Въ этотъ моментъ“, говоритъ Бальи, наблюдавшій затменіе 1842 г., „я былъ такъ окованъ изумленіемъ, что потерялъ большую часть драгоценныхъ минутъ и находился въ опасности вовсе забыть о цѣли своего путешествія. Прочитанныя мною заранѣе описанія заставляли меня ожидать, что вокругъ солнца явится нѣкоторый хотя слабый и мерцающій свѣтъ; вмѣсто него я увидалъ вѣнецъ яркихъ лучей, которыхъ блескъ былъ особенно силенъ около темнаго диска луны, а затѣмъ постепенно убывалъ и на разстояніи луннаго поперечника совершенно исчезалъ. Ничего подобнаго я не предвидѣлъ“.

„Я скоро однако очнулся отъ изумленія и, удаливъ темное стекло, обратился къ телескопу, какъ вдругъ былъ пораженъ новымъ явленіемъ. Окружавшій дискъ луны вѣнецъ лучей въ трехъ мѣстахъ прорѣзали пурпурно огненные языки, которыхъ поперечникъ достигалъ 2". Казалось они были неподвижны и походили на снѣжныя вершины Альповъ, освѣщенные лучами заходящаго солнца. Пока я былъ занятъ ближайшимъ ихъ изслѣдованіемъ, вдругъ первый лучъ солнца упалъ на темную окрестность;



однимъ ударомъ онъ снова оживилъ всю природу, но меня повергъ онъ въ уныніе, какое долженъ испытывать всякій, видящій мгновенную гибель предмета самыхъ горячихъ стремленій въ тотъ моментъ, когда уже близокъ къ его достиженію“.

Степень темноты при наступленіи полнаго затменія много зависитъ отъ состоянія атмосферы и ясности неба. Вообще ее можно сравнить съ сумерками черезъ  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  часа послѣ заката солнца, когда появляются только самыя яркія звѣзды. Однако Венера дѣлается видимою большею частью ранѣ наступленія полнаго затменія. Но явленіе наступаетъ такъ внезапно, что темнота вслѣдствіе контраста кажется гораздо сильнѣе, чѣмъ на самомъ дѣлѣ. Вообще можно бываетъ прочесть крупныя буквы, но невозможно безъ лампы отсчитать дѣленія инструмента или показанія хронометра.

Къ этому присоединяется невольное возбужденіе, которое настолько овладѣваетъ наблюдателемъ, что онъ долженъ сдѣлать громадное усиліе надъ собой, чтобы продолжать работу и оторваться отъ созерцанія величественнаго зрѣлища. De la Rue говоритъ, что при первомъ случаѣ онъ снова отправится наблюдать солнечное затменіе, но въ качествѣ простаго любителя и безъ инструментовъ, чтобы вполнѣ насладиться впечатлѣніями, которыя онъ долженъ былъ подавить въ себѣ при наблюденіи затменія 1860 года <sup>1)</sup>.

Обнаруживающійся при затменіи солнца вѣнецъ вокругъ него, при всемъ разнообразіи формъ, всегда остается концентричнымъ съ солнцемъ. Фотографіи, снятыя въ различные періоды затменія, ясно указываютъ, что вѣнецъ не двигается съ луною, но остается концентричнымъ съ солнцемъ. Поэтому нѣтъ сомнѣнія, что онъ принадлежитъ солнцу.

Вопросъ, имѣетъ ли вѣнецъ солнца свой собственный или отраженный свѣтъ, можетъ быть рѣшенъ только полярископомъ. Въ первомъ случаѣ свѣтъ его не долженъ поляризоваться. Во второмъ случаѣ, если свѣтъ вѣнца есть только отраженный свѣтъ солнца, то предполагая, что плоскость поляризаціи перпендикулярна плоскости отраженія, первая плоскость должна быть постоянно касательною къ солнцу. Если же вѣнецъ представляетъ явленіе, происходящее въ нашей атмосферѣ, то плоскости поляризаціи всѣхъ лучей должны быть параллельны между собою. Изъ этого видно, какъ важно точно опредѣлить положеніе плоскости поляризаціи, если только лучи вѣнца поляризуются.

<sup>1)</sup> Тутъ кстати напоминаемъ читателю, что 7-го Августа тек. года отъ 5-го до 7-го час. утра онъ можетъ наблюдать затменіе солнца, которое для многихъ мѣстъ Евр. Россіи и Сибири будетъ полнымъ. Болѣе подробныя данныя сообщимъ въ одномъ изъ слѣдующихъ №№ этого семестра.



Но это изслѣдованіе въ такой степени затрудняется посторонними обстоятельствами, а именно вліяніемъ земной атмосферы и особенно находящихся въ ней паровъ и кристалловъ льда, а также отраженіемъ, которое производитъ дискъ луны и можетъ быть темныя наружныя слои солнечной атмосферы, что вопросъ о поляризаціи лучей солнечнаго вѣнца до сихъ поръ остается нерѣшеннымъ <sup>1)</sup>.

Спектральный анализъ также не привелъ еще къ точнымъ результатамъ; одно несомнѣнно, что съ наступленіемъ полнаго затмѣнія солнца всѣ темныя линіи солнечнаго спектра внезапно исчезаютъ и свѣтъ вѣнца даетъ слабый непрерывный спектръ.

Лучи вѣнца выходятъ въ различныя стороны пучками, между которыми находятся промежутки и длина которыхъ различными наблюдателями одновременно оцѣнивается весьма различно, смотря по мѣсту наблюденія. Отчего же происходятъ эти пучки? Принадлежитъ ли это явленіе солнцу, или происходитъ въ нашей атмосферѣ?

Простой опытъ даетъ наглядное представленіе этого явленія. Сдѣлаемъ въ ставнѣ темной комнаты круглое отверстіе съ зазубренными краями и заткнемъ его пробкой. Если будемъ смотрѣть сбоку на пучокъ солнечныхъ лучей, проходящихъ между зубцами отверстія и пробкой, то они представляются параллельными; если же стать прямо противъ отверстія и смотрѣть по его оси, то мы увидимъ пучки лучей, расходящіеся во всѣ стороны отъ отверстія и раздѣленные промежутками, которые соотвѣствуютъ зубцамъ отверстія. Очевидно, это явленіе представляетъ просто дѣйствіе перспективы, подобное тому, какое при закатѣ солнца представляютъ лучи, прорѣзывающіе облака.

То же явленіе во время затмѣнія солнца производятъ лучи вѣнца и выступовъ хромосферы солнца вокругъ темнаго диска луны. И было бы слишкомъ ошибочно по необыкновенной кажущейся длинѣ свѣтовыхъ пучковъ заключать, что свѣтовая матерія дѣйствительно занимаетъ такое громадное протяженіе вокругъ солнца. Это только дѣйствіе перспективы и много зависитъ отъ состоянія атмосферы и мѣста наблюденія.

Весьма однако возможно, что вырывающіеся изъ массы солнечной матеріи потоки легкаго, раскаленнаго и свѣтящагося газа могутъ достигать дѣйствительно значительнаго удаленія отъ солнца. Такъ проф. Тасchini однажды наблюдалъ на солнцѣ образованіе двухъ пучковъ свѣтящейся матеріи въ формѣ двухъ обращенныхъ въ разныя стороны лошадиныхъ хвостовъ, которые видны

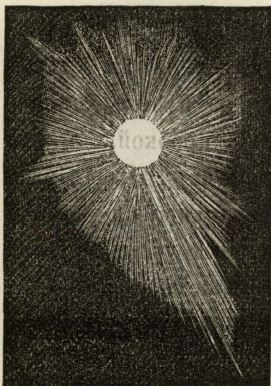
<sup>1)</sup> Вопросъ этотъ рѣшенъ утвердительно въ 1878 г. Вraithомъ. Подробности о поляризаціи лучей солнечной короны поговоримъ въ статьѣ о затмѣніи 7-го Августа. Прим. ред.



были на солнцѣ до самаго заката и слѣдовательно представляли явленіе принадлежащее солнцу, а не земной атмосферѣ. Въ вышину они достигали не болѣе 0,7 діаметра солнца. Такъ какъ по новѣйшимъ изслѣдованіямъ скорость такихъ потоковъ солнечной матеріи достигаетъ 500 километр. въ секунду, то понятно, что они могутъ не только удалаться на такое громадное разстояніе отъ солнца, но можетъ быть и вовсе выходить изъ сферы притяженія солнца, для чего достаточно чтобы скорость ихъ достигала 700 килом. Можетъ быть такимъ изверженіемъ свѣтящагося газа обязанъ своимъ происхожденіемъ и зодіакальный свѣтъ, который еще Ольберсъ считалъ продолженіемъ вѣнца солнца.

Тасchini удалось однажды при особенно ясномъ небѣ, закрывъ солнечный дискъ кружкомъ, увидѣть при полномъ свѣтѣ солнца вѣнецъ, изъ котораго въ двухъ діаметрально противоположныхъ направленіяхъ выходили далеко отъ него пучки свѣта (фиг. 23).

Фиг. 23.



Если предположить, что такіе пучки свѣта происходятъ отъ вытекающей дѣйствительно изъ солнца массы свѣтящагося газа, то противъ этого можно было бы возразить, что въ такомъ случаѣ кометы, проходяшія иногда гораздо ближе къ солнцу, должны бы встрѣчать значительное сопротивленіе въ вытекающей изъ него матеріи. Но и дѣйствительно есть кометы, которыя проходятъ даже черезъ вѣнецъ солнца и при этомъ, вѣроятно, совершенно или отчасти улетучиваются и переходятъ въ газообразное состояніе вслѣдствіе сопротивленія солнечной атмосферы, подобно тому какъ падающія звѣзды раскаляются и улетучиваются, пролѣтая чрезъ земную атмосферу.

Затменіе 8. Іюля 1842 года, о которомъ говоритъ Бальи, наблюдалось одновременно въ Россіи, Германіи, Франціи и Италіи; при этомъ неожиданно замѣтили вокругъ темнаго диска луны выступы (протуберанцы) розоваго цвѣта, достигающіе иногда 3', или 10 земныхъ діаметровъ. Телескопическія наблюденія при послѣдующихъ солнечныхъ затменіяхъ показали, что надъ блестящею поверхностью солнца, фотосферой, находится слой газа розоваго цвѣта, хромосфера, изъ которой по временамъ вырываются громадныя массы въ видѣ выступовъ. Такъ какъ блескъ фотосферы значительно превосходитъ блескъ хромосферы, то при обыкновенныхъ условіяхъ мы не видимъ ни этой послѣдней, ни выступовъ; однако лучи ихъ производятъ сильное хи-



мическое дѣйствіе, такъ что выступы, не замѣтные даже въ лучшіе телескопы, обнаруживаются на фотографической пластинкѣ.

Къ счастію спектральный анализъ явился на помощь изслѣдователямъ. Во время солнечнаго затмѣнія 1868 года астрономы вооружились для наблюденія выступовъ спектроскопами. Какъ только направили спектроскопъ на огромный выступъ 3' вышиною, увидали *прерывистый*, состоящій изъ нѣсколькихъ цвѣтныхъ линій, спектръ. Вопросъ о физическомъ составѣ протуберанцевъ былъ рѣшенъ: они состояли изъ *газа*.

Одновременно Янсенъ и Лакайеръ доказали, что спектры выступовъ можно наблюдать и изучать при полномъ свѣтѣ солнца, не ожидая затмѣній. Янсенъ, точно замѣтивъ положеніе вышеупомянутаго выступа при затмѣніи 1868 году, направилъ на ту же точку солнечнаго диска свой спектроскопъ на другой день послѣ затмѣнія, поставивъ щель спектроскопа тангенціально къ солнечному диску, и тотчасъ различилъ линіи спектра выступа, совпадающія съ темными фраунгоферовыми линіями водорода. Съ тѣхъ поръ точнѣйшія изслѣдованія показали присутствіе въ спектрѣ выступовъ также линій магнія, желѣза и др. Солнечныя затмѣнія такъ рѣдки и ими пользуются для рѣшенія столь многихъ вопросовъ, что для изученія выступовъ астрономы совсѣмъ не имѣли времени до открытія Янсена и Локайера; съ тѣхъ поръ изслѣдованія этихъ ученыхъ, а также Huggins'a, Zollner'a, Jounq'a, Secchi и друг. раскрыли не только ихъ составъ, но также форму и движеніе.

(Продолженіе слѣдуетъ).

## Присланныя статьи.

### 2. Замѣтка о треугольникѣ.

Студента Харьковскаго университета Вл. Шимковича.

(Окончаніе 1).

**Теорема IV.** Прямая, соединяющая подошвы высоту, опущенныхъ изъ вершинъ угловъ при основаніи на противолежащія стороны, наклонена къ основанію подъ угломъ  $B-C$ .

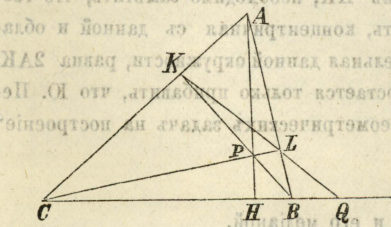
Фиг. 24.

Пусть  $АН$ ,  $ВК$  и  $СL$  будутъ высоты треугольника  $ABC$  (фиг. 24), пересѣкающіяся въ точкѣ  $P$ . Требуется доказать, что  $\angle KQC = B-C$ , при чемъ  $Q$  есть точка пересѣченія продолженныхъ  $KL$  и  $CB$ .

Четырехугольникъ  $AKPL$  есть вписываемый,

ибо  $\angle AKP + \angle PLA = 180^\circ$ .

Поэтому  $\angle ALK = \angle APK = C$ .



1) См. „Вѣстника“ № 14.



Точно также

$$\angle QLB = \angle ALK = C.$$

Следовательно

$$\angle LQB = B - C.$$

**Задача 7.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $a$ ,  $h_b$  или  $h_c$ .

На  $a$ , как на диаметр, описываем окружность и из точки  $C$  радиусом  $h_b$  описываем дугу, которая пересечет окружность в точке  $L$ . Из  $L$  проводим прямую  $LQ$  под углом  $LQC = B - C$  к  $a$ . Эта прямая пересечет окружность в некоторой точке  $K$ , которая служит подошвой высоты, опущенной из  $B$  на противоположную сторону.

**Задача 8.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $a$  и по стороне ортоцентрического треугольника <sup>1)</sup>, противоположной стороне  $a$  ( $KL$ ).

На  $CB = a$ , как на диаметр, описываем окружность. Внутри этой окружности проводим новую окружность, ей concentричную, так, чтобы всякая хорда большей окружности, касательная к меньшей, была равна данной стороне ортоцентрического треугольника. Остается провести касательную к меньшей окружности, которая была бы наклонена к  $CB$  под углом  $B - C$ . Пересечение этой касательной с большей окружностью даст подошвы высоты  $h_b$  и  $h_c$  т. е. точки  $K$  и  $L$ .

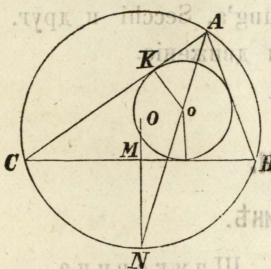
**Задача 9.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $a$  и  $BL$  или  $CK$  ( $L$ —подошва высоты  $h_c$ ,  $K$ —высота  $h_b$ ).

Построение см. задача 7.

**Теорема Г.** Угол, образуемый радиусом описанного или вписанного круга, перпендикулярным к основанию, и биссектором угла при вершине, равен полуразности углов при основании.

Фиг. 25.

(фиг. 25).



Эта теорема прямо вытекает из теоремы I-й

**Задача 10.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $a$ ,  $r$ .

**Задача 11.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $r$ ,  $l_a$ .

**Задача 12.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $r$  и

одному из следующих данных:  $b$ ,  $c$ ,  $m_a$ ,  $\angle(m_a, a)$ , <sup>2)</sup> и т. п.

Во всех этих задачах следует прежде всего построить окружность радиуса  $r$ , провести в ней радиус и построить

$$\angle MNA = \frac{B-C}{2};$$

положение вершины  $A$  определится.

**Задача 13.** Построить треугольник по  $B-C$ ,  $r$  и по одному из следующих данных:  $l_a$ ,  $CD$ ,  $BD$ , ( $D$ —пересечение биссектора угла  $A$  с основанием),  $l'_a$  ( $l'_a$ —внешний биссектор угла  $A$ ),  $AK$  ( $K$ —подошва радиуса, опущенного из центра вписанного круга на  $b$ ).

Для того, чтобы ввести в построение отрезок  $AK$ , необходимо заметить, что геометрическим местом вершины  $A$  будет окружность, concentричная с данной и обладающая тем свойством, что всякая хорда ея, касательная данной окружности, равна  $2AK$ .

Этим мы можем закончить нашу замечку; остается только прибавить, что Ю. Петерсен в своих „Методах и теориях решения геометрических задач на построение“

<sup>1)</sup> См. Вестник за I Сем. № 3.

<sup>2)</sup>  $\angle(m_a, a)$  есть угол, между основанием и его медианой.



даетъ еще одинъ способъ построения треугольника по  $B-C$ ,  $b$ ,  $c$ . Онъ говоритъ: „Повернемъ треугольникъ такъ, чтобы точка  $B$  пришлась въ  $C$ , а точка  $C$  въ  $B$ . Послѣ этого можно будетъ построить треугольникъ, у котораго  $b$  и  $c$  будутъ сторонами, а уголъ между ними будетъ  $B-C$ “ (задача 313).

### 3. Изъ Симбирска (рецензія) А. Л—а.

Въ Ливарской книжкѣ Педагогическаго Сборника (стр. 72) г. А. Гольденбергъ предлагаетъ вниманію лицъ, интересующихся элементарной математикой, изложеніе трехъ теоремъ стереометріи, къ которымъ читатель приступаетъ съ ожиданіемъ встрѣтить нѣчто новое и оригинальное.

Авторъ начинаетъ съ вывода объема *отрѣзка* (?) пирамиды; идея вывода, основанная на пропорциональности сходственныхъ сторонъ подобныхъ фигуръ квадратнымъ корнямъ изъ ихъ площадей, не нова и была уже употреблена г. А. Гольденбергомъ въ его переводѣ геометріи Rouché et Comberousse; простота и краткость вывода по сравненію съ доказательствомъ той-же теоремы въ нашихъ учебникахъ несомнѣнно составляетъ его достоинство, но за то эта простота достигается введеніемъ въ доказательство алгебраическихъ выкладокъ, къ которымъ, казалось бы, геометрія должна прибѣгать лишь въ крайности <sup>1)</sup>.

Слѣдующая теорема, излагаемая авторомъ, есть выводъ объема шарового отрѣзка; приемъ доказательства этой теоремы совпадаетъ съ доказательствомъ ея у Симашко, Sonnet и др.... Выводъ третьей теоремы (объемъ шарового слоя) ничѣмъ не отличается отъ вывода ея въ руководствѣ Симашко....

А. Л—а.

## Хроника.

### Динамо-электрическая машинка Смида.

На приложенномъ здѣсь рисункѣ изображена американская переносная динамо-машинка Смида, которою удобно пользоваться въ такихъ случаяхъ, гдѣ нужно дѣйствіе тока лишь въ данный моментъ, какъ напримѣръ для взрывовъ, оптическихъ сигналовъ и пр.

<sup>1)</sup> Мы не вполне согласны съ этимъ мнѣніемъ рецензента, и съ педагогической точки зрѣнія считаемъ ошибкою ту строгую до педантичности систему дѣленія математики на отдѣлы, которая находитъ еще такъ много защитниковъ среди нашихъ преподавателей. Вотъ что говоритъ по этому поводу Дюрингъ, такъ рѣзко выступившій противъ этихъ остатковъ схоластики: „Въ духѣ новѣйшей математики начала геометріи должны быть ограничены необходимыми составными частями чисто и специально геометрическаго характера; все же, что можетъ быть исчерпано вычисленіемъ, должно быть въ самомъ дѣлѣ сведено къ абстрактнымъ алгебраическимъ методамъ и установлено при ихъ помощи. Близжайшимъ примѣромъ примѣненія методовъ вычисления могутъ служить всѣ вопросы объ опредѣленіи поверхностей и объемовъ и о сравненіи этихъ протяженій. Принципіально въ этихъ вопросахъ слѣдуетъ опираться на два-три геометрическихъ положенія, все же остальное выполнять при помощи не только ариметики, но и вообще анализа. Безъ этого мы дадимъ, совершенно бесполезно, преобладающее значеніе способамъ непосредственной геометріи тамъ, гдѣ подобныя примѣняются кратчайшіе и глубже проникающіе методы посредствующей геометріи. Подобная геометрическая роскомъ не только вполнѣ ненаучна, ибо на мѣсто общности аналитическихъ заключеній даетъ преобладаніе частнымъ нагляднымъ конпликаціямъ, но и представляетъ вредное обремененіе для начинающихъ“. (См. „Мысли Дюринга о формахъ началъ математики Н. Н. Марагуева, Москва 1885).

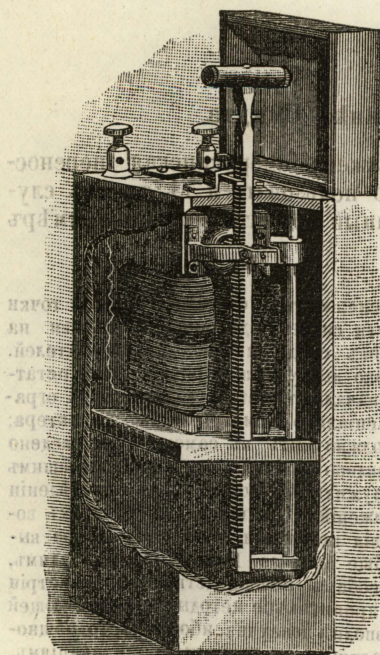
Прим. ред.



Интересенъ принципъ, на которомъ она основана. Изъ теоріи электро-динамической индукціи извѣстно, что въ моментъ замыканія или прерыванія тока въ самомъ проводникѣ индуцируется токъ, носящій названіе *экстра-тока*. Это явленіе *само-индукціи* проводника особенно замѣтно въ томъ случаѣ, когда проводникъ составляетъ катушку электромагнита. Экстра-токъ, возбуждаемый замыканіемъ цѣпи, дѣйствуя въ направленіи обратномъ, уменьшаетъ только силу тока въ первый моментъ его дѣйствія и никакимъ другимъ явленіемъ не обнаруживается. Наоборотъ, экстра-токъ, рождающійся въ моментъ разрыва гальванической цѣпи, имѣетъ то же направленіе какъ и прерываемый токъ и потому какъ бы увеличиваетъ еще на нѣкоторое время его продолжительность; по этой причинѣ искра при разрывѣ тока всегда значительнѣе искры при замыканіи. Если гальваническая цѣпь имѣетъ боковую вѣтвь, то при прерываніи основного тока экстра-токъ можетъ пройти черезъ боковую вѣтвь. Такъ напр. если концы проволокъ, соединенныхъ съ полюсами батареи или машины, держать въ рукахъ, то въ моментъ ихъ разединенія экстра-токъ пройдетъ черезъ боковую вѣтвь, составленную нашимъ тѣломъ и дастъ себя почувствовать болѣе или менѣе сильнымъ ударомъ. Ударъ этотъ можетъ въ иныхъ случаяхъ оказаться смертельнымъ, въ особенности если имѣемъ дѣло съ токомъ большой силы, и если въ цѣпи находятся катушки электромагнитовъ.

Динамо-машинка Смидта очень наглядно можетъ демонстрировать различные эффекты дѣйствія экстра-тока, такъ какъ она основана именно на

Фиг. 26.



такимъ принципъ само-индукціи. Она состоитъ изъ обыкновенной электромагнитной машинки съ катушкою Сименса, которая посредствомъ зубчатки, снабженной рукояткою, и шестерни приводится въ быстрое, ускоренное вращательное движеніе при стремительномъ вдавливаніи зубчатки внизъ. (При обратномъ движеніи вверхъ, когда мы выдвигаемъ при помощи рукоятки зубчатку, вращается только шестерня, но не вся катушка). На верхней доскѣ ящика имѣется ключъ, состоящій изъ пружины, прикасающейся къ винту, и замыкающій въ нормальномъ положеніи токъ, возбуждаемый въ катушкахъ магнитовъ и въ катушкѣ Сименса вращеніемъ этой послѣдней. Въ верхней части зубчатого стержня вставленъ прочный поперечный штифтикъ; при вдавливаніи стержня этотъ штифтикъ ударитъ о пружину ключа и разомкнетъ токъ въ тотъ именно моментъ, когда онъ достигнетъ наибольшей силы. Тогда возбужденный этимъ разрывомъ тока экста-токъ пройдетъ по боковой вѣтви, которая составитъ, когда два зажимные винта (видные на лѣвой сторонѣ рисунка) будутъ соединены какимъ нибудь проводникомъ, хотя бы даже значительнаго сопротивленія.



Къ сожалѣнію, мы не можемъ привести точныхъ числовыхъ данныхъ относительно размѣровъ, вѣса и пр. этого остроумнаго и практическаго приспособленія. Во всякомъ случаѣ машинка Смида должна быть удобна для переноски, такъ какъ ея натуральная величина превосходитъ размѣры, данные на нашемъ чертежѣ, не болѣе какъ въ 5 или 6 разъ.

### Руководство для метеорологовъ Фанъ-Веббера.

Фанъ Вебберъ (изъ Гамбурга), одинъ изъ наиболѣе выдающихся современныхъ метеорологовъ-практиковъ, обогатилъ нѣмецкую литературу прекраснымъ сочиненіемъ „*Handbuch der ausübenden Witterungskunde*“ (Stuttgart), которое вѣроятно обратитъ на себя вниманіе нашихъ специалистовъ и не замедлитъ появиться въ русскомъ переводѣ, что было бы особенно желательно въ виду недостатка у насъ подобнаго рода руководствъ.

Первый томъ этого сочиненія (392 стр.) вышелъ еще въ 1885 году; онъ посвященъ директору Гахбургскаго метеорологическаго института Неймайеру. Второй томъ (503 стр.), вышедшій въ 1886 г., посвященъ директору такого-же Голландскаго института въ Утрехтѣ Бюи-Баллоту, который присоединилъ къ этому тому предисловіе.

Изъ этого предисловія заимствуемъ нижеслѣдующую рецензію книги Фанъ-Веббера.

„Въ первой части своего труда авторъ разработалъ древнѣйшую эпоху метеорологіи; тутъ собраны различныя правила предсказыванія погоды, вошедшія нерѣдко въ народныя поговорки и имѣющія по большей части очень древнее происхожденіе; тутъ разобрано также сомнительное вліяніе на состояніе погоды небесныхъ свѣтилъ и явленій, въ особенности вліяніе луны и солнечныхъ пятенъ. Далѣе рѣчь идетъ о примѣненіи метеорологическихъ инструментовъ къ предсказанію погоды, приведены отчеты и отзывы разныхъ метеорологическихъ съѣздовъ и конгрессовъ и выказана ихъ польза и тѣ существенно важныя услуги, которыя принесло наукѣ примѣненіе телеграфа къ вопросамъ метеорологіи.

„Сначала предполагалось, что телеграфъ можетъ годиться лишь для того, чтобы сообщить о разразившейся въ данномъ мѣстѣ бурѣ, которая по истеченіи нѣкотораго времени перейдетъ въ иныя мѣста. Тогда не думали еще, что основой всѣхъ метеорологическихъ заключеній и предсказаній служить возможно обстоятельное и точное знакомство съ одновременнымъ состояніемъ погоды въ различныхъ мѣстностяхъ. Разсматривая этотъ вопросъ съ современной точки зрѣнія, Фанъ-Вебберъ даетъ обстоятельное описаніе телеграфныхъ устройствъ для передачи депешъ о состояніи погоды въ различныхъ государствахъ и указываетъ подробно какія въ этомъ отношеніи должны быть еще сдѣланы улучшенія и усовершенствованія. При этомъ дано объясненіе того способа, какимъ въ наше время пользуются для составленія по метеорологическимъ депешамъ таблицъ, картъ и проч.

„Разсмотрѣвъ подробно всѣ вспомогательныя средства, которыми мы можемъ располагать, авторъ переходитъ къ главной цѣли своего труда, а именно къ доказательству, что уже и въ настоящее время мы имѣемъ возможность судить о будущемъ состояніи погоды на основаніи предсказаній, которыя можемъ сдѣлать относительно направленія циклоновъ и ихъ влія-



ній на измѣненія погоды въ данной мѣстности. Такія предсказанія, которыя очевидно будутъ со временемъ становиться все точнѣе и опредѣленнѣе, всецѣло основываются на знакомствѣ съ мѣстными условіями и съ климатологіею вообще, которую авторъ изложилъ во второмъ томѣ своего сочиненія.

„Точное рѣшеніе этой основной задачи метеорологіи, какое напр. хотѣлъ дать проф. Монъ, еще немислимо въ наше время, вслѣдствіе большого разнообразія взаимодѣйствія всѣхъ метеорологическихъ элементовъ. И хотя какъ Мону, такъ и другимъ ученымъ напр. Феррелю, Ганну, Кёпперу и пр., удалось подмѣтить нѣкоторые общіе законы, тѣмъ не менѣе мы должны сознаться, что въ метеорологіи переживаемъ теперь еще эпоху статистики, подобную той эпохѣ, въ какой находилась астрономія до Кеплера. Но что и статистика, рационально употребленная, можетъ дать замѣчательные результаты—доказательствомъ этому можетъ служить сама книга Фанъ-Беккера.

„Существенными вопросами современной метеорологіи могутъ быть названы слѣдующіе три: 1) какъ образуются циклоны, 2) какимъ образомъ переносятся изъ одного мѣста въ другое и 3) какое оказываютъ вліяніе на погоду тѣхъ мѣстностей, черезъ и около которыхъ проносятся.

„Важный шагъ впередъ въ разрѣшеніи перваго изъ этихъ вопросовъ сдѣлалъ Т. Рейе <sup>1)</sup>; изслѣдованіемъ второго и третьяго съ успѣхомъ занялись въ послѣднее время въ Америкѣ Лоомисъ и въ Европѣ Лей и Бекберъ. Этотъ послѣдній, основываясь на метеорологическихъ данныхъ за послѣдніе годы, показалъ какъ распредѣляются барометрическіе минимумы и соединенныя съ ними бури по временамъ года и по различнымъ мѣстностямъ материка Европы. Указалъ пути, по которымъ эти минимумы чаще всего слѣдуютъ, уклоненія отъ таковыхъ подъ вліяніемъ одновременнаго распредѣленія баром. максимумовъ и температуры, и степень вѣроятности предсказаній. Кромѣ того принято во вниманіе и распредѣленіе температуръ и влажности какъ на поверхности материка, такъ и на различныхъ высотахъ.“

„Вообще—говоритъ Бюи Баллотъ въ заключеніе—безъ книги Фанъ-Беккера не можетъ обойтись сегодня тотъ, кто, изучая условія своей мѣстности, хочетъ предсказывать состояніе погоды. Въ ней онъ найдетъ указанія какъ приниматься за дѣло и какъ его двигать впередъ“.

## Смѣсь.

### Построеніе средней пропорціональной.

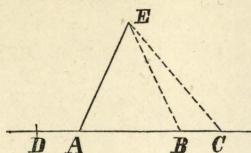
Въ концѣ XVII вѣка Томасъ Стродъ упоминаетъ объ одномъ простомъ построеніи средней пропорціональной, не требующемъ ни описыванія окружности, ни проведенія перпендикуляра.

<sup>1)</sup> Въ одномъ изъ будущихъ номеровъ мы изложимъ мнѣнія проф. О. Шведова объ образованіи циклоновъ и опишемъ придуманный имъ опытъ. (См. Ж. Р. Ф.—Х. Общ. Вып. 8, за 1886 годъ).



На произвольной прямой откладываемъ отъ произвольной точки  $A$  (фиг. 27) данныя линіи  $AB=a$  и  $AC=b$ . На той же прямой, только въ обратномъ направленіи, откладываемъ отъ точки  $B$  еще разъ длину  $b=BD$  и радіусомъ равнымъ той же длинѣ  $b$  зачеркиваемъ дуги изъ крайнихъ точекъ  $D$  и  $C$ . Прямая  $AE$ , соединяющая пересѣченіе этихъ дугъ съ начальной точкой  $A$ , есть искомая средняя пропорціо-  
нальная между  $a$  и  $b$ .

Фиг. 27.



Доказательство вытекаетъ изъ подобія равнобедренныхъ треугольниковъ  $AEB$  и  $AEC$ , въ которыхъ  $AB:AE=AE:AC$ .

## Вопросы и задачи.

**№ 107.** Металлическій наэлектризованный шаръ радіуса  $R$  соединенъ тонкою проволокою съ однимъ полюсомъ квадрантнаго электрометра, другою полюсъ котораго отведенъ къ землѣ. Стрѣлка электрометра отклоняется на  $n$  дѣленій отъ положенія равновѣсія. Затѣмъ соединительная проволока отцѣпляется отъ полюса электрометра (при помощи каучуковыхъ щипцовъ), оставаясь соединенною съ шаромъ  $R$  и приводится на нѣкоторое время въ соприкосновеніе съ другимъ изолированнымъ металлическимъ шаромъ радіуса  $R'$ , который помѣщенъ на довольно значительномъ разстояніи отъ перваго, чтобы находиться внѣ его электрическаго вліянія. Затѣмъ та-же проволока, будучи отцѣплена отъ втораго шара и все еще прикрѣплена къ первому шару, опять соединяется съ полюсомъ электрометра. Стрѣлка даетъ теперь отклоненіе въ  $n'$  дѣленій. Наконецъ, та-же тонкая проволока, оставаясь соединенною съ электрометромъ, отцѣпляется отъ перваго шара и соединяется со вторымъ. Какое будетъ теперь отклоненіе электрометра?—Емкостью соединительной проволоки можно пренебрегать. Кромѣ того предполагается, что электричество, распределяющееся на шарахъ и на квадрантахъ, во время опытовъ не испытываетъ потери черезъ воздухъ или изолирующія подставки.

Проф. Н. Шиллеръ.

**НВ.** Необходимыя для рѣшенія этой задачи свѣдѣнія читатели могутъ почерпнуть изъ книги проф. Н. Шиллера *Элементы ученія объ электричествѣ*, которая печаталась также въ Журналѣ Элем. Математики за 1884/5 и 1885/6 гг.

**№ 108.** Если въ выпукломъ четыреугольникѣ, прямая, соединяющая середины двухъ противоположныхъ сторонъ, равна полусуммѣ двухъ другихъ, то четыреугольникъ есть трапеція. Дать доказательство.

И. Ивановъ (Спб.).

**№ 109.** Найти сумму всѣхъ двойныхъ произведеній, какія можно составить изъ чиселъ  $1, 2, 3, 4, \dots, n$ .

А. Крашенинниковъ (Орелъ).



№ 110. Показать, что результат исключения  $z$  изъ уравненій

$$x = \frac{2z+a}{(z^2+az+b)^{2/3}},$$

$$y = \frac{z^2+2az+3b}{(z^2+az+b)^{2/3}}$$

можетъ быть выраженъ въ формѣ

$$(y - hx)^{3/2} - (y - kx)^{3/2} = 3(k - h),$$

гдѣ  $h$  и  $k$  выражаются извѣстнымъ образомъ черезъ  $a$  и  $b$ .

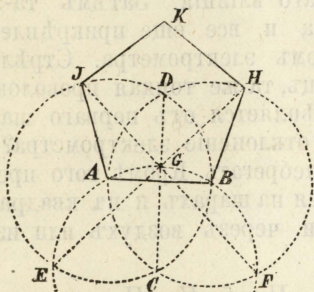
В. Ермаковъ.

№ 111. Предполагая, что длина ступни равна 1 футу, а длина шага — одному аршину, показать какимъ образомъ можно раздѣлить 260 сажень на 21 равныхъ частей безъ помощи какихъ-бы то ни было линейныхъ мѣръ.

Эр. Шпачинскій.

№ 112. Знаменитый рѣзчикъ и художникъ *Альбрехтъ Дюреръ* (1471 г. —

Фиг. 28.



1528 г.) предложилъ слѣдующее построение *правильнаго* пятиугольника на данной линіи  $AB$  (фиг. 28). Изъ точекъ  $A$  и  $B$  описываются окружности радиусомъ  $= AB$ ; проводится общая хорда  $CD$ ; изъ точки  $C$  тѣмъ-же радиусомъ  $AB$  описывается дуга  $EF$ , которая пересѣкаетъ хорду въ точкѣ  $G$ ; черезъ  $G$  и точки  $E$  и  $F$  проводятся прямыя  $EG$  и  $FG$  до пересѣченія съ окружностями въ точкахъ  $H$  и  $J$ ; дуги, зачерченныя тѣмъ-же радиусомъ  $AB$  изъ этихъ точекъ, пересѣкутся въ  $K$ . Проводя, наконецъ, прямыя  $AJ$ ,  $BH$ ,  $NK$  и  $JK$ , получимъ пятиугольникъ.

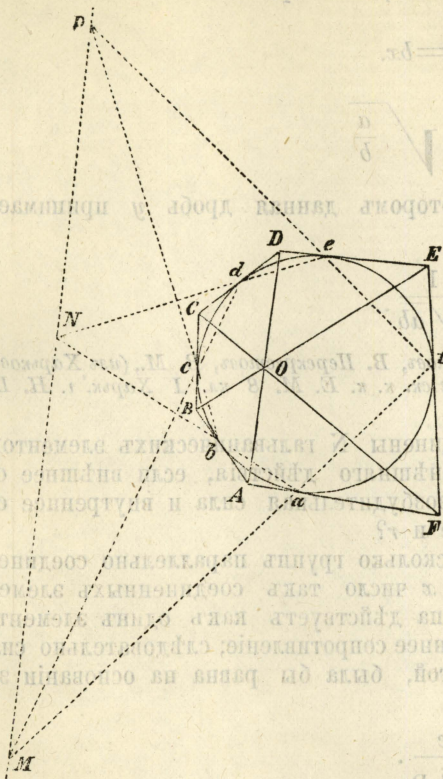
Показать, что пятиугольникъ *Дюрера* не есть правильный, не смотря на то, что имѣетъ равныя стороны.

## Рѣшенія задачъ.

№ 41. Доказать теорему *Брианшона*: діагонали, соединяющія противоположныя вершины всякаго описаннаго около круга шестиугольника, пересѣкаются въ одной точкѣ.



Фиг. 29.



Теорема Брианшона легко доказывается на основании теоремы Паскаля (см. Паскалевъ шестиугольникъ въ учебн. геометріи, напр., Давидова § 114) и свойствъ полюсовъ и поляръ (см. тамъ же § 124). Въ самомъ дѣлѣ, пусть  $ABCDEF$  будетъ данный описанный шестиугольникъ; соединивъ точки касанія, получимъ вписанный шестиугольникъ  $abcdef$ , противоположныя стороны котораго пересѣкутся въ точкахъ  $M$ ,  $N$ ,  $P$ , лежащихъ на одной прямой (теорема Паскаля). Съ другой стороны такъ какъ прямая  $af$  есть полярна точки  $F$ , а прямая  $cd$ —полярна точки  $C$ , то діагональ  $CF$  есть полярна точки пересѣченія прямыхъ  $af$  и  $cd$ , т. е. точки  $M$ . На томъ же основаніи діагональ  $AD$  есть полярна точки  $N$ , и діагональ  $BE$ —полярна точки  $P$ . А такъ какъ три точки  $M$ ,  $N$  и  $P$  лежатъ на одной прямой, то на основаніи извѣстной теоремы заключаемъ, что полярны ихъ должны пересѣкаться въ одной точкѣ  $O$ , служащей полюсомъ для прямой  $MP$ .

Ученикъ 7 кл. Немир. г. I. Г—бъ.

№ 48. Опредѣлить значеніе  $x$ , при которомъ дробь

$$y = \frac{x}{a + bx^2}$$

достигаетъ наибольшей величины, предполагая  $a$  и  $b$  положительными.

Раздѣливъ числителя и знаменателя на  $x$ , видимъ что дробь

$$y = \frac{1}{\frac{a}{x} + bx}$$

достигаетъ наибольшаго значенія тогда, когда знаменатель ея

$$\frac{a}{x} + bx$$

достигаетъ наименьшаго значенія. Но этотъ знаменатель представляетъ сумму такихъ двухъ членовъ, произведеніе которыхъ остается постояннымъ



( $=ab$ ), слѣдовательно минимум этой суммы, какъ легко видѣть, имѣетъ мѣсто при равенствѣ обоихъ слагаемыхъ, т. е. при

$$\frac{a}{x} = bx.$$

Отсюда

$$x = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

представляетъ то значеніе  $x$ , при которомъ данная дробь  $y$  принимаетъ максимальное значеніе, равное

$$\frac{1}{2\sqrt{ab}}.$$

А. Левшинъ, М. Худавовъ, Я. Тепляковъ, В. Перекрестовъ, В. М., (изъ Харькова).  
Ученики: 7 кл.: Немировск. и. Г. Г—бъ, Кезск. к. к. Е. М. 8 кл. I Харьк. и. Н. Ш.,  
IV Киевской и. А. П.

№ 49. Какъ должны быть соединены  $N$  гальваническихъ элементовъ въ батарею для наибъгоднѣйшаго внѣшняго дѣйствія, если внѣшнее сопротивление цѣпи есть  $R$ , а электровозбудительная сила и внутреннее сопротивление каждаго элемента есть  $e$  и  $r$ ?

Раздѣлимъ всю батарею на нѣсколько группъ параллельно соединенныхъ элементовъ и назовемъ черезъ  $x$  число такъ соединенныхъ элементовъ въ каждой группѣ. Такая группа дѣйствуетъ какъ одинъ элементъ, имѣющій въ  $x$  разъ меньшее внутреннее сопротивление; слѣдовательно сила тока каждой группы, отдѣльно взятой, была бы равна на основаніи закона Ома

$$\frac{e}{\frac{r}{x} + R}.$$

Всѣхъ такихъ группъ будетъ, очевидно,  $\frac{N}{x}$ . Соединенныя послѣдовательно онѣ будутъ дѣйствовать какъ  $\frac{N}{x}$  элементовъ, имѣющихъ электровозбудительную силу  $=e$ , и сопротивление  $=\frac{r}{x}$ . Слѣдовательно сила тока  $J$  всей такъ соединенной батареи будетъ

$$J = \frac{\frac{N}{x} e}{\frac{N}{x} \frac{r}{x} + R} = Ne \frac{x}{Nr + Rx^2}. \quad (1)$$

Такъ какъ  $N$  и  $e$  величины постоянныя, то наибъгоднѣйшее дѣйствіе батареи, т. е. тахімум ея силы тока  $J$ , будетъ при томъ же значеніи  $x$ , при которомъ дробь

$$\frac{x}{Nr + Rx^2}$$



достигаетъ максимальнаго значенія. Изъ рѣшенія предыдущей задачи (№ 48, см. стр. 93) мы видѣли, что наибольшаго значенія дробь такого вида достигаетъ при условіи

$$Nr = Rx^2, \quad (2)$$

т. е. при

$$x = \sqrt{\frac{Nr}{R}}. \quad (3)$$

Подставляя это значеніе въ (1), получаемъ для наибольшей величины силы тока

$$J_0 = \frac{e}{2} \sqrt{\frac{N}{Rr}}. \quad (4)$$

Легко видѣть физическое значеніе полученныхъ выводовъ. Условіе (2) можетъ быть представлено въ видѣ

$$\frac{N}{x} \cdot \frac{r}{x} = R,$$

а такъ какъ  $\frac{N}{x}$  есть число группъ, а  $\frac{r}{x}$  — сопротивление каждой группы, то послѣднее равенство показываетъ, что внутреннее сопротивление всей батареи должно быть для наивыгоднѣйшаго ея дѣйствія равно сопротивленію внѣшнему.

Изъ уравненія (3) видимъ, что  $x$ , которое можетъ измѣняться отъ 1 до  $N$ , будетъ равно единицѣ при

$$Nr = R,$$

т. е. при условіи, что внѣшнее сопротивление цѣпи въ  $N$  разъ больше внутренняго сопротивленія каждаго элемента, и  $x = N$  при

$$r = NR,$$

т. е. при условіи, что внѣшнее сопротивление въ  $N$  разъ меньше внутренняго сопротивленія каждаго элемента. — Изъ той же формулы видимъ, что въ случаѣ

$$R > Nr,$$

или

$$R < \frac{r}{N}$$

величина  $x$  получаетъ невозможныя въ данномъ случаѣ значенія меньше единицы или больше  $N$ . Это будетъ служить признакомъ, что въ такихъ случаяхъ нельзя достигъ возможной силы тока по недостатку взятаго числа элементовъ  $N$ .

Формула (4) показываетъ, что при  $x=1$ , т. е. при послѣдовательномъ соединеніи батарей, максимумъ силы тока будетъ

$$J_0 = \frac{e}{2r},$$



т. е. тоже не зависит от числа элементов  $N$ . Въ обоихъ случаяхъ невыгоднѣйшее дѣйствіе будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше электровозбудительная сила каждаго элемента  $e$ ; въ первомъ случаѣ оно будетъ еще обратно пропорціонально внутреннему сопротивленію  $r$ , а во второмъ—внѣшнему сопротивленію  $R$ .

№ 56. Построить треугольник по данным: высотъ, радіусу круга описаннаго и разности угловъ при основаніи.

Задача возможна лишь при условии  $h < r(1 + \cos \alpha)$ , т. е. когда окружность пересекает прямую АС.

(Ученики: 6 кл.: Морш. р. уч. Н. М., Кичин. р. уч. Д. Л. и М. Н., 7 кл.: Астрах. и. Н. К., Усть-Медведь. и. М. А. и Немир. и. I. Г—бъ, 8 кл.: Екатеринос. и. В. К., Камен.-Под. и. С. Рж., Усть-Медведь. и. В. К., IV Киевской и. А. П. и III Киевск. и. В. Я.)

## Отвѣты редакціи.

И. С. Колотову. (Вятка). Мы охотно принимаем почт. марки (въ особенности двухкопѣчныя) въ уплату слѣдующихъ намъ частей рубля, лишь бы только марки не были испорчены ненужнымъ прилеиваніемъ ихъ въ письма.

Редакторъ-Издатель Э. К. Шпачинскій.

Дозволено цензурою. Кієвъ, 4 Марта 1887 года.

Тип. Е. Т. Кереръ, арендуемая Н. Пилющенко и С. Бродовскимъ.



# Списокъ книгъ, присланныхъ въ редакцію.

(Продолженіе).

4) *А. И. Гольденбергъ. Методика Начальной Ариметики.* Второе изданіе, исправленное и значительно дополненное. Спб. Изд. Д. Д. Полубояринова. 1886 г. стр. 192 in 8-о, цѣна 85 коп.

Предисловіе (I—XII). Гл. I. Дѣйствія надъ числами въ предѣлѣхъ перваго десятка, (устныя и письменныя упражненія). Гл. II. Дѣйствія надъ числами первой сотни (4 дѣйствія, задачи, простѣйшія дроби). Гл. III. Дѣйствія надъ составными именованными числами (квadr., куб. мѣры, мѣры времени, задачи). Прибавленіе: Дѣйствія надъ дробями.

5) *А. И. Гольденбергъ. Сборникъ задачъ и примѣровъ* для обученія начальной ариметикѣ въ двухъ выпускахъ. 3-е, исправленное и дополненное изданіе. Спб. Изд. Д. Д. Полубояринова. 1886 г. Вып. I. стр. 64 in 8-о, 752 задачъ, 526 примѣровъ на числа первой сотни и на простѣйшія дроби, цѣна 15 коп. Вып. II. стр. 64 in 8-о, 610 примѣровъ, 320 задачъ на числа любой величины, цѣна 15 коп.

6) *Прямолинейная тригонометрія.* Составилъ *Е. Гедройцъ-Юраю.* Москва 1887 г., стр. 56 in 8-о, черт. на отдѣльной таблицѣ 10, задачъ 376, цѣна 30 копѣекъ.

7) *Руководство геометріи* и собраніе геометрическихъ задачъ для гимназій, реальныхъ училищъ и учительскихъ институтовъ. Составили *А. Маминъ и Ѳ. Егоровъ* Изданіе 2-е, исправленное. Москва. Изданіе кн. маг. насл. бр. Салаевыхъ. 1886 г. стр. 387 in 8-о. Цѣна 1. р. 35 коп.

Книга содержитъ болѣе 1500 задачъ, которыя, начиная съ Главы V, (объ окружности), раздѣлены на три категоріи: 1) задачи на вычисленіе, 2) на доказательство теоремъ и 3) на построеніе. Чертежи, конхъ 555, помѣщены въ текстѣ.

8) *Начала начертательной геометріи* съ приложеніемъ *Черченія кривыхъ.* (Курсъ реальныхъ училищъ) 2-е исправленное изданіе. Составилъ *А. Н. Пальшау.* Харьковъ. Изд. Кн. маг. Д. Н. Полухтова. 1886. стр. 202 in 8-о, чертежей въ текстѣ 290, цѣна 1 р. 35 коп.

Введеніе. *Часть I.* О точкѣ, прямой и плоскости: 1) Основныя теоремы, 2) Основныя задачи, 3) Способы, употребляемыя въ Нач. Геом., 4) Объ элементахъ фигуръ, 5) О фигурахъ, 6) Плоскія сѣченія многогранниковъ. *Часть II.* О поверхностяхъ: 1) Общія понятія о поверхностяхъ, 2) Плоскости касательныя къ поверхностямъ, 3) Плоскія сѣченія поверхностей. *Часть III.* Приложенія Начерт. Геометріи: 1) Построеніе тѣнъ, 2) Линейная перспектива, 3) Проектированіе сооружений.

*Прибавленіе.* Черченіе кривыхъ: 1) Коническія сѣченія (Опредѣленіе, Эллипсъ, Гипербола, Парабола) 2) Циклоидальныя кривыя (Опредѣленіе, Циклоида, Эпициклоида, Гипоциклоида, Развертка круга, 3) Спирали (Опредѣленіе, Архимедова сп., Логарифмическая сп.) 4) Винтовая линія (Опредѣленіе, Черченіе винтовой линіи, Построеніе проекцій винта съ квадратною и треугольною нрѣзкою.

(Продолженіе слѣдуетъ).



# ОБЪЯВЛЕНІЯ.

## ПЕЧАТАЕТСЯ

и въ непродолжительномъ времени поступить въ продажу

### ДИФФЕРЕНЦІАЛЬНЫЯ УРАВНЕНІЯ

ПЕРВАГО ПОРЯДКА СЪ ДВУМЯ ПЕРЕМѢННЫМИ.

Лекціи экстра-ординарнаго профессора, Члена-корреспондента  
Академіи наукъ,

— В. П. ЕРМАКОВА. —

Цѣна 1 руб. 50 коп.

ТОГО-ЖЕ АВТОРА ИМѢЮТСЯ ВЪ ПРОДАЖѢ:

### ТЕОРІЯ ВѢРОЯТНОСТЕЙ

Цѣна 1 руб. 50 коп.

### НЕЛИНЕЙНЫЯ ДИФФЕРЕНЦІАЛЬНЫЯ УРАВНЕНІЯ

перваго порядка съ частными производными.

Цѣна 1 р. 30 к.

Съ требованіями обращаться въ редакцію Вѣстника Опытной  
Физики и Элементарной Математики.

### ТЕОРІЯ ТЕПЛОТЫ

въ элементарной обработкѣ

КЛЕРКЪ МАКСУЭЛЛЯ

Переводъ А. Л. Королькова

Изданіе Редакціи „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики.

— ПЕЧАТАЕТСЯ —

и въ непродолжительномъ времени поступить въ продажу. Цѣна 2 рубля. Книго-  
продавцамъ обычная уступка.