

№ 22.



ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

— ❧ —

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ,

Издаваемый Я. К. Шпачинскимъ,

Опредѣленіемъ Учен. Ком. Мин. Нар. Просв.

РЕКОМЕНДОВАНЪ

для приобрѣтенія: а) въ фундаментальныя и ученическія библіотеки мужскихъ гимназій, прогимназій и реальныхъ училищъ; б) въ библіотеки учительскихъ институтовъ, семинарій, женскихъ гимназій и городскихъ училищъ.

2-го СЕМЕСТРА № 10-й.

Подписная цѣна съ пересылкой: 6 руб. въ годъ, 3 руб. въ семестръ.

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

КІЕВЪ.

Типографія Е. Т. Керерь, аренд. Н. Пилюченко и С. Бродовскимъ.

1887.



СОДЕРЖАНИЕ

№ 22.

	СТР.
Температура и ея измѣреніе. Проф. Н. Шиллера	221
Солнце. Н. Конопацкаго (Окончаніе)	228
Причина тона, издаваемого стержнями изъ магнитныхъ металловъ подъ вліяніемъ прерывчатаго намагничиванія. П. Бахметьева .	235
Хроника: „Предстоящее солнечное затмѣніе 7-го августа“ (І. А. Клейбера)	238
Средство избавиться отъ остаточнаго магнетизма. П. Бах- метьева	238
Улетучиваніе растворенныхъ тѣлъ при испареніи ихъ раство- рителей (Р. М. Делаشارлони) Елю-же	239
Смѣсь: Рѣшеніе нѣкоторыхъ задачъ практической геометріи	239
Вопросы и задачи №№ 146, 147, 148, 149, 150, 151	242
Рѣшеніе задачи № 33	243
Корреспонденція (Н. Нечаева)	244
Списокъ книгъ, присланныхъ въ редакцію—на оберткѣ.	

РЕДАКЦІЯ

ВѢСТНИКА ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

приглашаютъ всѣхъ преподавателей и любителей физико-математиче-
скихъ 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 кото-
рыхъ эти статьи напечатаны. Авторы, желающіе имѣть отдѣльные
оттиски своихъ статей, помѣщаемыхъ въ журналѣ, принимаютъ на
себя всѣ расходы изданія и пересылки.

<http://voprosy.ru>

ВѢСТНИКЪ

ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 22.

II Сем.

25 Апрѣля 1887 г.

№ 10.

Температура и ея измѣреніе.

Проф. Н. Шиллера.

Представленіе о температурѣ тѣлъ возникаетъ въ насъ вмѣстѣ съ понятіемъ о болѣе или менѣе теплыхъ и холодныхъ тѣлахъ, получаемомъ нами изъ непосредственнаго ощущенія. Поэтому мы можемъ поставить слѣдующее опредѣленіе температуры: *температурою тѣла называется прежде всего такое его состояніе, которое обуславливаетъ наше заключеніе о томъ, холоднѣе или теплѣе это тѣло какого либо другого тѣла.* Понятія: *холоднѣе и теплѣе*, тутъ не подлежатъ опредѣленію, ибо даются непосредственно ощущеніемъ. Чувствуя, что тѣло становится теплѣе, мы говоримъ, что температура его возвышается; наоборотъ, ощущеніе охлажденія тѣла соотвѣтствуетъ представленію о пониженіи температуры. Нужно замѣтить, что понятіе о температурѣ есть первоначальное по отношенію къ другимъ понятіямъ, составляемымъ нами при изученіи тепловыхъ явленій; поэтому понятіе о температурѣ, входя въ опредѣленія другихъ понятій изъ области тепловыхъ явленій, само не можетъ быть опредѣлено съ помощію этихъ послѣднихъ новыхъ понятій, точно такъ же какъ, напримѣръ, понятіе о скорости не можетъ быть опредѣлено съ помощію понятія о силѣ, или понятіе о силѣ—съ помощію понятія о работѣ и т. п. Такимъ образомъ нельзя признать достаточно строгимъ нижеслѣдующаго опредѣленія температуры, даннаго Максвеллемъ: *температура тѣла есть его термическое состояніе, рассматриваемое въ отношеніи къ его*

способности сообщать тепло другимъ тѣламъ». 1) Дѣйствительно, въ приведенной цитатѣ температура опредѣляется съ помощію понятія о теплѣ, которое, въ свою очередь, должно быть опредѣлено, какъ причина обуславливающая измѣненіе температуры и состоянія тѣла. Строгость Максвелла опредѣленія не подлежала-бы сомнѣнію, еслибы въ немъ выраженіе «сообщать тепло» было замѣнено выраженіемъ «нагрѣвать», ибо это послѣднее понятіе составляется изъ непосредственнаго наблюденія 2).

Наблюдая, что данное тѣло становится теплѣе или холоднѣе, мы въ то же время замѣчаемъ въ немъ другія измѣненія, которыя, за отсутствіемъ другихъ причинъ, вызывающихъ тѣ-же измѣненія при другихъ условіяхъ, мы должны приписать измѣненію температуры. Поэтому мы получаемъ новое средство судить объ измѣненіи температуры тѣла не только на основаніи ощущеній теплого осизанія, но и по другимъ явленіямъ, происходящимъ въ тѣлѣ и наблюдаемымъ съ помощію другихъ органовъ чувствъ; эти послѣднія явленія могутъ происходить въ достаточно замѣтной и рѣзкой формѣ, а потому могутъ служить болѣе чувствительными признаками измѣненія температуры. Такого рода явленія называются вообще тепловыми. Такъ, напримѣръ, мы замѣчаемъ прежде всего, что у тѣлъ, по мѣрѣ ихъ охлажденія или нагрѣванія, мѣняется ихъ объемъ, а также въ другихъ случаяхъ: упругія свойства, электровозбудительная сила (явленія термоэлектричества), магнитныя свойства, высота издаваемого звука, скорость распространенія звука, цвѣтъ, показатель преломленія, свойства по отношенію къ поляризации свѣта, упругость пара, электропроводимость, запахъ и т. п. Замѣчая двѣ отличающіяся другъ отъ друга осизаніемъ температуры даннаго тѣла, мы наблюдаемъ соотвѣственно два другія отличающіяся другъ отъ друга явленія, обусловленные первою и второю упомянутыми выше температурами. Какъ измѣненіе температуръ, такъ и измѣненіе сопровождающихъ ихъ явленій мы представляемъ объ непрерывнымъ; т. е. между двумя любыми явленіями мы представляемъ себѣ какое угодно большое число промежуточныхъ явленій (степеней, или градусовъ), черезъ которыя два прежде намѣченныя крайнія явленія переходятъ одно въ другое. При явленіяхъ одного рода мы сумѣемъ наблюдать и отличать другъ отъ друга большее число промежуточныхъ степеней, при явленіяхъ другого рода меньшее; но недоста-

1) См. К. Максвеллъ. Теорія тепла. Гл. II.

2) Впрочемъ объясненія Максвелла въ первой главѣ приведеннаго сочиненія заставляютъ предполагать, что выраженіе „сообщать тепло“ употреблено имъ въ смыслѣ „нагрѣвать“.

токъ средствъ непосредственнаго наблюденія большого числа промежуточныхъ явленій не можетъ противорѣчить нашему представленію объ ихъ существованіи. Такимъ образомъ, наблюдая между двумя тепловыми явленіями цѣлый рядъ промежуточныхъ явленій, мы вправѣ заключить, что каждое изъ этихъ послѣднихъ соотвѣтствуетъ особой промежуточной температурѣ, хотя мы и не могли-бы съ точностію отличить эту температуру отъ смежныхъ съ нею съ помощію непосредственнаго осязанія. Слѣдовательно, вообще тепловые явленія, сопровождающія измѣненіе температуры, позволяютъ намъ отличать другъ отъ друга гораздо большее число степеней (градусовъ) температуры, чѣмъ одно только осязаніе.

Дальнѣйшія экспериментальныя данныя, ведущія насъ къ понятію о равенствѣ температуръ, даютъ еще новыя средства для составленія сужденія о температурѣ тѣлъ. Именно, какъ непосредственное тепловое ощущение, такъ и наблюденія сопровождающихъ тепловыхъ явленій, учатъ насъ, что температуры различныхъ тѣлъ, помѣщенныхъ въ конечныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, вліяютъ при извѣстныхъ условіяхъ одна на измѣненія другихъ: температуры однихъ тѣлъ понижаются, а другихъ повышаются. Самые несложные опыты показываютъ намъ, что болѣе теплыя тѣла въ сосѣдствѣ съ менѣе теплыми становятся холоднѣе, а эти послѣднія теплѣе. Опыты однако показываютъ, что упомянутыя выше измѣненія температуръ смежныхъ тѣлъ не продолжаются постоянно, но, непрерывно уменьшаясь, наконецъ прекращаются. Такое состояніе температуръ тѣлъ, при которомъ взаимное сосѣдство тѣлъ не обусловливаетъ измѣненія ихъ температуръ, а также ихъ агрегатныхъ состояній, называется *термическимъ* (тепловымъ) *равновѣсіемъ*. При этомъ нужно замѣтить, что если тѣла находятся въ термическомъ равновѣсіи, то измѣненіе ихъ взаимнаго расположенія не должно нарушать этого равновѣсія, то есть температуры ихъ не измѣнятся, какъ-бы ни были тѣла вновь расположены другъ относительно друга. Такъ напримѣръ, если мы будемъ поддерживать пламенемъ температуру краснаго каленія одного конца длиннаго тонкаго прута, то температура другого конца черезъ нѣкоторое время перестанетъ возвышаться, не достигнувъ однако до краснаго каленія; но мы не можемъ утверждать, что оба конца находятся въ термическомъ равновѣсіи, ибо изогнувъ пруть и приблизивъ его болѣе холодный конецъ къ раскаленному, мы замѣтимъ, что первый начнетъ опять нагрѣваться; слѣдовательно холодный конецъ находился прежде въ термическомъ равновѣсіи только съ непосредственно къ нему прилегающими частями прута.

Температуры различныхъ тѣлъ мы считаемъ тогда одинаковыми, когда эти послѣднія находятся въ термическомъ равновѣсіи. Т. е. если два тѣла ни охлаждаются, ни нагрѣваются одно другое, при данной къ тому возможности, то мы считаемъ температуры такихъ тѣлъ одинаковыми. На основаніи такого понятія о равныхъ температурахъ, мы можемъ судить о температурѣ всѣхъ тѣлъ, только отличая температуры одного какого нибудь заранее выбраннаго тѣла, приводимаго въ *термическое общеніе* съ испытываемыми тѣлами. Подъ термическимъ общеніемъ мы подразумѣваемъ вообще условія, дѣлающія возможнымъ наступленіе термическаго равновѣсія. Упомянутое заранее выбранное тѣло, приводя которое въ термическое равновѣсіе съ другими тѣлами и отмѣчая температуры котораго, мы судимъ о температурахъ другихъ тѣлъ, называется *термометромъ*. *Измѣрить температуру даннаго тѣла значитъ отличить температуру приведеннаго съ нимъ въ термическое равновѣсіе термометра отъ всякихъ другихъ возможныхъ температуръ этого послѣдняго.*

Вопросъ теперь состоитъ въ томъ, какимъ образомъ отличать одну температуру выбраннаго термометра отъ другихъ его температуръ? Прежде всего, мы не можемъ полагаться на точность нашихъ непосредственныхъ тепловыхъ ощущеній въ такой-же степени, въ какой мы полагаемся на наше ухо, при отличіи разныхъ тоновъ или—на нашъ глазъ, при отличіи разныхъ цвѣтовъ; слѣдовательно мы должны остановиться на способѣ отличать другъ отъ друга температуры термометра по тѣмъ или другимъ тепловымъ явленіямъ, ими обусловливаемымъ. Если мы выберемъ за термометръ какое нибудь расширяющееся отъ нагрѣванія тѣло, то будемъ различать его температуры, различая его различные объемы или различные длины; если термометромъ будетъ у насъ служить заключенный въ неизмѣнномъ объемѣ газъ, то объ измѣненіи его температуры будетъ свидѣтельствовать измѣненіе его упругости; въ термометрѣ изъ магнитнаго тѣла мы будемъ замѣчать измѣненія магнитнаго момента; выбравъ за термометръ звучащее тѣло, мы раздѣлимъ его температуры сообразно съ издаваемыми имъ различными тонами и т. п.

Различая температуры по различнымъ термометрамъ, мы должны уметь привести во взаимное соотвѣтствіе ихъ различные показанія; то есть, замѣтивъ температуры, соотвѣтствующія разнымъ термическимъ состояніямъ одного термометра, мы должны знать, какія термическія состоянія другихъ термометровъ, основанныхъ на иныхъ термическихъ явленіяхъ, соотвѣтствуютъ тѣмъ-же самымъ температурамъ. Полную возможность такого рода знанія, конечно, даетъ только всестороннее сравни-

тельное изученіе разныхъ термическихъ явленій въ разныхъ тѣлахъ. Тѣмъ не менѣе однако мы имѣемъ средство отмѣтить на всѣхъ какихъ угодно термометрахъ нѣсколько такихъ ихъ термическихъ состояній, которыя будутъ соответствовать одной и той-же температурѣ для всѣхъ этихъ термометровъ. Съ перваго взгляда казалось бы, что для упомянутой цѣли достаточно только всѣ упомянутые термометры привести въ термическое равновѣсіе при различныхъ произвольно выбранныхъ температурахъ; но затрудненіе въ томъ и состоитъ, что мы не имѣемъ возможности наблюдать всѣ существующіе термометры одновременно. Поэтому, наблюдая разные термометры порознь, мы должны умѣть для всякаго отдѣльнаго случая какъ-либо воспроизводить всегда безошибочно одну и ту-же температуру. Такихъ температуръ мы имѣемъ цѣлый рядъ, и это суть температуры плавленія и кипѣнія разныхъ тѣлъ при неизмѣнныхъ давленіяхъ. Если такія температуры отмѣчены на различныхъ термометрахъ, то эти послѣдніе при этихъ температурахъ будутъ соответствовать другъ другу; т. е. если одинъ какой нибудь термометръ, приведенный въ термическое равновѣсіе съ изслѣдуемымъ тѣломъ, показываетъ, что температура этого послѣдняго есть та-же, что температура, напримѣръ, тающаго воска, то и всякіе другіе термометры, на которыхъ упомянутая температура заранѣе отмѣчена, покажутъ то-же. Другими словами, если на разныхъ термометрахъ будутъ отмѣчены температуры плавленія и кипѣнія различныхъ тѣлъ, то показанія всѣхъ термометровъ будутъ согласны, если имъ случится быть приведенными въ термическое равновѣсіе съ какими нибудь тѣлами, имѣющими одну изъ упомянутыхъ температуръ.

Установивъ согласіе всевозможныхъ термометровъ, для нѣсколькихъ постоянныхъ, легко воспроизводимыхъ температуръ, мы приходимъ опять къ прежнему вопросу: какъ-же отличать промежуточные температуры? Конечно, мы ихъ будемъ отличать по термическимъ явленіямъ, свойственнымъ каждому изъ выбранныхъ термометровъ; но, очевидно, способъ отличія на каждомъ термометрѣ будетъ особый, зависящій отъ термическихъ качествъ этого послѣдняго. Положимъ, напримѣръ, что при температурѣ таянія воска какой нибудь звуковой термометръ дѣлаетъ n колебаній; мы заранѣе можемъ знать, что термометръ, сдѣланный изъ куска мѣди опредѣленнаго вѣса, при той-же температурѣ будетъ имѣть, положимъ, объемъ v ; для этого намъ не нужно имѣть въ рукахъ звуковой термометръ, а достаточно только мѣдный термометръ опустить въ тающій воскъ. Точно также мы будемъ знать для того же числа колебаній n звукового термометра термическое состояніе любого другого термометра, безъ непосредствен-

наго сравненія съ первымъ. Но положимъ, что нашъ звуковой термометръ дѣлаетъ n' колебаній, и что его температура не соотвѣтствуетъ ни одной изъ заранѣе нами намѣченныхъ; тогда мы уже не будемъ въ состояніи сказать, какой объемъ мѣднаго термометра и какое термическое измѣненіе всякаго другого термометра будетъ соотвѣтствовать этой новой температурѣ, если не сдѣлаемъ непосредственнаго сравненія всѣхъ термометровъ съ нашимъ, имѣя всѣхъ ихъ на лицо. Итакъ, всякую новую промежуточную температуру мы можемъ *назвать*, т. е. отмѣтить, только по наличному термометру, не зная заранѣе, какъ она будетъ отсчитана по какому нибудь новому термометру. Одно только можемъ сказать, что эта новая температура будетъ на новомъ термометрѣ промежуточная между тѣми-же двумя постоянными температурами, какъ и на старомъ; то есть, возвращаясь къ нашему примѣру, если новое число n' колебаній звукового термометра встрѣчается тогда, когда температура его переходитъ отъ температуры таянія воска къ температурѣ, положимъ, кипѣнія воды, то при подобномъ же переходѣ температуръ другихъ термометровъ встрѣтится термическое состояніе соотвѣтствующее n' колебаніямъ перваго термометра; но какое именно, опять таки безъ непосредственнаго сравненія сказать не можемъ.

Итакъ, всякія температуры, промежуточные между отмѣченными заранѣе легко воспроизводимыми постоянными, могутъ быть различаемы только на основаніи промежуточныхъ термическихъ измѣненій того или другого термометра, въ зависимости отъ термическихъ свойствъ этого послѣдняго. Не смотря на разнообразіе термическихъ явленій, на основаніи которыхъ мы должны отличать по различнымъ термометрамъ вышеупомянутыя промежуточные температуры, мы можемъ выбрать одинъ общій способъ намѣчать эти температуры, какими-бы термическими явленіями онѣ не обнаруживались. Именно, мы условливаемся считать, что между двумя опредѣленными постоянными температурами, различаемыми одинаково по всѣмъ термометрамъ, лежитъ опредѣленное число степеней (градусовъ) температуры, по какому-бы термометру мы ихъ ни считали. Обыкновенно мы считаемъ, что по всякому термометру должно быть, т. е. мы должны различать, сто различныхъ градусовъ температуръ между температурой таянія льда и температурой кипѣнія воды (при нормальномъ давленіи) включительно. Каждый градусъ температуры при такомъ опредѣленіи соотвѣтствуетъ сотой доли того термическаго измѣненія, которое мы наблюдаемъ по выбранному нами термометру между двумя выше упомянутыми постоянными температурами. Пусть вообще A будетъ нѣко-

торая величина, по измѣненію которой въ тѣлѣ, выбранномъ за термометръ, мы судимъ о температурѣ этого послѣдняго. Въ одномъ случаѣ А можетъ представлять объемъ термометра, въ другомъ—его упругость, въ третьемъ—число звуковыхъ колебаній въ секунду, или показатель преломленія, или величину магнитнаго момента и т. п. Пусть A_0 будетъ величина А, отмѣренная въ томъ случаѣ, когда термометръ приведенъ къ температурѣ тающего льда, и A_{100} —величина, отмѣренная, когда термометръ приведенъ къ температурѣ кипящей воды (при нормальномъ давленіи ³⁾); тогда разность $A_{100} - A_0$ представитъ величину теплового измѣненія термометра между двумя упомянутыми температурами. Если теперь тепловое измѣненіе термометра, отъ какой-бы то ни-было температуры, будетъ представляться сотою долею упомянутого выше измѣненія, то мы считаемъ, что температура соотвѣтственно измѣнилась на одинъ градусъ; слѣдовательно тепловое измѣненіе нашего термометра, соотвѣтствующее измѣненію температуры на одинъ градусъ, представится величиною

$$\frac{A_{100} - A_0}{100}.$$

Предположимъ затѣмъ, что при нѣкоторой температурѣ мы измѣряемъ по тому-же термометру нѣкоторую величину A_t , тогда разность $A_t - A_0$ представитъ величину теплового измѣненія термометра между температурой таянія льда и упомянутою новою температурою; число-же градусовъ t , отъ температуры таянія льда до измѣряемой температуры, получится по нашему термометру, когда мы измѣненіе $A_t - A_0$ раздѣлимъ на величину измѣненія, соотвѣтствующаго одному градусу. Такимъ образомъ получимъ:

$$(A_t - A_0) : \frac{A_{100} - A_0}{100} \quad (1)$$

Очевидно, что всякій термометръ такимъ образомъ градуированный, покажетъ при температурѣ таянія льда 0° , а при температурѣ кипящей воды 100° ; но для остальныхъ температуръ числа градусовъ, въ ту и другую сторону отъ нуля, не будутъ между собою сходиться. Очевидно также, что число t есть отвѣщенное.

Градусы температуры, приводимые при описаніи какихъ либо физическихъ явленій, обыкновенно считаются по воздушному термометру,

³⁾ За нормальное давленіе принято теперь считать давленіе въ одну мѣгалину на кв. сантиметръ, что соотвѣтствуетъ давленію колонны ртути высотой въ 74,98 центимъ Парижѣ.

съ постояннымъ объемомъ, т. е. по такому, при которомъ температуры различаются по измѣненію упругости воздуха. Если мы обозначимъ черезъ p_0 и p_{100} упругости воздуха термометра при температурахъ таянія льда и кипѣнія воды, то измѣненіе упругости, соотвѣтствующее одному градусу, будетъ $\frac{1}{100} (p_{100} - p_0)$. Если затѣмъ p_t будетъ упругость воздуха термометра, при томъ-же неизмѣнномъ объемѣ, соотвѣтствующая измѣряемой температурѣ, то эта послѣдняя опредѣлится такимъ числомъ градусовъ, считая отъ температуры таянія льда:

$$\frac{\frac{p_t - p_0}{1}}{\frac{1}{100} (p_{100} - p_0)} \quad (2)$$

Если термометрическимъ признакомъ служить измѣненіе объема какого нибудь тѣла, то, обозначая черезъ v_0 , v_{100} , v_t объемы этого тѣла, измѣренные соотвѣтственно при температурахъ: таянія льда, кипѣнія воды и измѣряемой, мы найдемъ, что послѣдняя опредѣлится такимъ числомъ градусовъ отъ того-же нуля:

$$\frac{\frac{v_t - v_0}{1}}{\frac{1}{100} (v_{100} - v_0)} \quad (3)$$

При этомъ необходимо, чтобы давленіе на выбранное тѣло при всѣхъ трехъ температурахъ оставалось одно и то-же для того, чтобы объемъ термометра измѣнялся только отъ измѣненія температуры, но не отъ измѣненія давленія.

(Окончаніе слѣдуетъ).

С о л н ц е.

Составилъ по Селки и др. источникамъ

Н. А. Конопакій.

(Окончаніе) 1).

Изъ такихъ опытовъ оказывается, что еслибъ не было земной атмосферы, то кв. сантим. земной поверхности получалъ бы отъ солнца въ минуту 0,0017633 единицъ тепла. Слѣдовательно, если радіусъ земли содержитъ r сантим., то освѣщенное полушаріе получаетъ въ минуту

1) См. „Вѣстникъ“ ЛМ 2, 5, 8, 14, 16, 19 и 21.

0,0017633 πr^2 единицъ тепла. Еслибъ это количество тепла распредѣлялось по всему полушарію равномерно, тогда на каждый кв. сант. земной поверхности въ 1 минуту пришлось бы $\frac{0,0017633\pi r^2}{2\pi r^2} = 0,0008816$

единицъ тепла; а такъ какъ каждая точка земной поверхности среднимъ числомъ ежедневно бываетъ освѣщена 12 часовъ, то въ теченіе года каждый кв. сантиметръ земной поверхности получаетъ отъ солнца $0,0008816 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 365 = 231,684$ единицъ тепла.

Чтобы наглядно представить себѣ это количество тепла, обыкновенно выражаютъ его слоемъ льда, который оно можетъ растопить. Такъ какъ скрытая теплота льда 79,25 и удѣльный вѣсъ 0,95, то для обращенія въ воду кубическаго сантиметра льда надо $\frac{79,25 \cdot 0,95}{1000}$ единицъ теп-

ла, слѣдовательно 231,684 единицъ тепла достаточно для обращенія въ воду $\frac{231,684 \cdot 1000}{79,25 \cdot 0,95} = 3077$ куб. сантиметровъ льда. слѣдовательно слой льда, который растаетъ отъ дѣйствія тепла, посылаемаго солнцемъ землѣ въ теченіе года, долженъ имѣть толщину 3077 сант. или 30,8 метра.

На этомъ основаніи можно также вычислить количество тепла, которое сообщило бы солнце слою воды или льда на его поверхности; для этого надо только предыдущее число умножить на квадратъ разстоянія земли отъ солнца, выраженное въ радіусахъ солнца.

Вычисленіе показываетъ, что этого тепла достаточно, чтобы температуру слоя воды въ 1 метръ толщиною возвысить въ 1 минуту на 800° , или же въ 1 минуту нагрѣть на 1° слой воды толщиною въ 800 метровъ, или въ 1 секунду—слой толщиною въ 13,3 метра. Выражая вѣсъ слоя воды толщиною 13,3 м. на поверхности 1 кв. метра, мы получимъ 13300 килогр., и умножая на механическій эквивалентъ тепла (424), найдемъ, что работа солнечнаго тепла на 1 кв. м. его поверхности составляетъ $13300 \cdot 424 = 5639200$ килограмметровъ, или 75200 лошадиныхъ силъ. Отсюда видно, что тепла, развиваемаго на нѣсколькихъ кв. метрахъ солнечной поверхности достаточно, чтобы приводить въ движеніе паровыя машины, существующія на всей земной поверхности.

Количество же тепла, испускаемаго всей поверхностью солнца, $482520 \cdot 10^{18}$ представляетъ работу $482520 \cdot 10^{18}$ лошадиныхъ силъ—число, о которомъ мы не можемъ составить никакого представленія.

Поверхность солнца представляет 64165.10^{14} кв. метр., объемъ его 152870.10^{22} куб. метр. и вѣсь $2\frac{1}{4}$ квинтиллиона килограммовъ, если средняя плотность 1,46.

Каждую минуту солнце теряетъ количество тепла, достаточное для возвышенія на 800° температуры слоя воды толщиною въ 1 метръ, или на 8000° слоя воды толщиною въ 1 дцм.; такой слой воды вѣситъ 64165.10^{16} килогр., слѣдовательно солнце теряетъ въ минуту 51332.10^{20} единицъ тепла, а въ годъ $51332.10^{20} \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365\frac{1}{4}$ или около 27.10^{29} единицъ тепла.

Намъ неизвѣстна теплоемкость солнца, но если мы примемъ ее равною 1, т. е. теплоемкости воды, то $2\frac{1}{4}$ квинтиллиона выразить число единицъ тепла, которое должно потерять солнце, чтобы температура его понизилась на 1° . Дѣля годичную потерю солнечнаго тепла на это число, т. е. 27.10^{29} на 225.10^{28} , получимъ годичное пониженіе температуры солнца на $\frac{270}{225} = 1,2^{\circ}$.

Такое пониженіе температуры солнца, продолжаясь тысячелѣтія, могло остаться незамѣченнымъ только если предположить, что температура солнца весьма высока. Въ самомъ дѣлѣ, если предположить температуру солнца въ 6 милліоновъ градусовъ, то пониженіе ея на 6000° въ 5000 лѣтъ составило бы только $\frac{1}{1000}$ и, слѣдовательно, на земной поверхности на уровнѣ моря, гдѣ, какъ мы видѣли, лучи солнца возвышаютъ термометръ менѣе чѣмъ на 15° , эта разниа выразилась бы пониженіемъ на $0,015^{\circ}$ въ 5000 лѣтъ, т. е. совершенно ускользала бы отъ наблюденій.

Но кромѣ того, несмотря на лученспусканіе, потеря тепла солнца можетъ вознаграждаться изъ какихъ либо виѣшнихъ или внутреннихъ источниковъ тепла.

Ничто въ природѣ, ни матерія, ни сила, не пропадаетъ. Гдѣ прекращается движеніе массы, другими словами, гдѣ двигавшееся тѣло приходитъ въ состояніе покоя, тамъ проявляется молекулярная работа или тепло.

Ударивъ молотомъ о наковальню, мы видимъ прекращеніе массоваго движенія руки и въ тоже время замѣчаемъ развитіе тепла въ молотѣ и наковальѣ. Когда пушечное ядро, ударившись о желѣзную преграду, прекращаетъ свое движеніе и падаетъ неподвижнымъ, то мгновеннымъ превращеніемъ движенія въ тепло развивается столь высокая

температура, что хотя только часть тепла удерживается ядромъ, однако послѣднее мгновенно раскаляется и даже днемъ испускаетъ яркій блескъ; если же снарядъ облить свинцомъ, то значительная часть его плавится.

Такимъ же образомъ паденіе на солнце массы притягиваемыхъ имъ тѣлъ можетъ быть источникомъ нѣкотораго количества его тепла. Еслибы земля упала на солнце, то развилось бы такое количество тепла, какое получилось бы отъ сгоранія въ 6000 разъ большей чѣмъ земля массы каменнаго угля, и такое количество тепла вознаградило бы потерю тепла солнца чрезъ лучеиспусканіе въ теченіе 69 лѣтъ.

И несомнѣнно, что на солнце низвергается безчисленное множество метеоровъ. Но, спрашивается, какъ велика должна быть ихъ масса, чтобы постоянно покрывать расходъ солнечнаго тепла на лучеиспусканіе? Для этого на каждый кв. метръ поверхности солнца каждый часъ среднимъ числомъ долженъ падать килограммъ матеріи. Еслибы эта матерія имѣла плотность воды, то черезъ годъ она образовала бы на солнцѣ слой въ 10 метровъ толщиною. Такое увеличеніе солнечнаго поперечника, конечно, весьма незначительно и даже въ 4000 лѣтъ оно составило бы только $\frac{1}{1920}$ его величины и при несовершенствѣ астрономическихъ инструментовъ въ древности совершенно ускользнуло бы отъ наблюденій.

Совсѣмъ иначе представляется вопросъ, если мы примемъ въ соображеніе, что произойдетъ отъ увеличенія массы солнца, которая въ тотъ же періодъ увеличилась бы на $\frac{1}{8000}$ и по Томсону такое увеличеніе массы солнца уже черезъ 2000 лѣтъ ускорило бы движеніе земли на $\frac{1}{8}$ года, что противорѣчитъ несомнѣннѣйшимъ астрономическимъ даннымъ.

Такимъ образомъ эта метеорная гипотеза, предложенная Майеромъ, оказывается несостоятельною, но основная мысль ея о развитіи солнечнаго тепла изъ тяготѣнія и о тожествѣ тепла и механической работы привела Гельмгольца къ другой гипотезѣ, по которой солнечное тепло происходитъ не отъ низверженія на солнце посторонней матеріи, но отъ постоянного паденія собственной матеріи солнца къ его центру, т. е. отъ постоянного уплотненія солнца.

Гельмгольцъ нашелъ, что сгущеніе космической матеріи до нынѣшняго состоянія солнечной системы должно было бы произвести повышеніе ея температуры на 28 миллионъ градусовъ, если теплоемкость этой массы равна 1 (теплоемкости воды), но такое сгущеніе представляетъ въ

сущности ничто иное как падение частиц ее к общему центру притяжения. По мнению Гельмгольца, и теперь продолжается сгущение газообразного солнечного шара, в течение вѣковъ измѣнившее матерію изъ состоянія тончайшаго разрѣженія до плотности почти въ $11\frac{1}{2}$ раза большей чѣмъ плотность воды. Онъ доказалъ простымъ вычисленіемъ, что если солнце, продолжая сгущаться, достигнетъ плотности земли, то тепла, развившагося при этомъ сгущеніи, достаточно будетъ на покрытие лучеиспусканія солнца в течение 17 милліоновъ лѣтъ. И такая гипотеза сжатія солнечного шара, слѣдовательно уменьшенія его поперечника, вовсе не противорѣчитъ современнымъ въ высшей степени уточненнымъ наблюденіямъ и измѣреніямъ астрономовъ. Въ самомъ дѣлѣ такое сжатіе в течение 24000 лѣтъ произвело бы уменьшеніе видимаго діаметра солнца на 1 секунду—величина, которую мы едва можемъ опредѣлить только современными астрономическими инструментами. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что діаметръ солнца представляетъ вообще величину непостоянную, и измѣненія видимаго діаметра солнца такъ велики, что составляютъ не десятыя доли секунды, а цѣлыя двѣ и даже три секунды. Наблюденія, давшія такой результатъ, производились однимъ и тѣмъ же лицомъ и съ помощью одного и того же инструмента, и слѣдовательно полученная разниця въ результатахъ наблюденія не можетъ быть приписана индивидуальнымъ особенностямъ наблюдателей и инструментовъ, а по величинѣ своей не можетъ быть приписана неточности наблюденій, и происходитъ по всей вѣроятности отъ дѣйствительной измѣнчивости объема солнца или его наружной оболочки.

Все изслѣдованія приводятъ насъ такимъ образомъ къ заключенію, что солнце не можетъ представлять собой твердаго тѣла и даже при колоссальномъ давленіи внутри его матерія не можетъ находится въ томъ состояніи, которое мы называемъ капельножидкимъ. Вещество, изъ котораго состоитъ солнце, находится подъ дѣйствіемъ двухъ различныхъ, другъ другу противодѣйствующихъ силъ, которыя при своей громадной величинѣ стремятся произвести такое состояніе матеріи, о которомъ намъ трудно составить себѣ ясное представленіе. Чрезвычайно высокая температура предполагаетъ газообразное состояніе, между тѣмъ какъ съ другой стороны не менѣе колоссальное давленіе стремится произвести сгущеніе этого газа и обратить его въ жидкое состояніе. Слой, глубина котораго не превосходитъ глубины солнечныхъ пятенъ и котораго средняя плотность равна плотности земной атмосферы, долженъ производить давленіе равное молекулярной энергіи, съ которой на землѣ водородъ

соединяется съ кислородомъ для образованія воды. Наоборотъ, незначительность средней плотности солнца (1,46) не допускаетъ возможности предположить, чтобы вещество солнца уже вблизи видимой его поверхности имѣло даже такую плотность. По всей вѣроятности газообразное вещество это вблизи поверхности солнца находится еще въ нормальномъ состояніи; напротивъ на нѣкоторой глубинѣ оно находится уже при такъ называемой *критической температурѣ*.

Андрьюсъ нашель, что газъ и жидкость представляютъ только крайніе предѣлы одного и того же состоянія, переходящіе одинъ въ другой черезъ такой непрерывный рядъ промежуточныхъ состояній, что невозможно замѣтить ни малѣйшаго скачка или нарушенія этой непрерывности. Для каждаго тѣла, которое можетъ быть и въ газообразномъ и въ жидкомъ состояніи (а слѣд. для всякаго тѣла вообще) есть высшій предѣлъ температуры, за которымъ уже никакое давленіе не въ состояніи обратить газъ въ жидкость, и если при такой или еще высшей температурѣ подвергать газъ все большому и большому давленію, то онъ не дѣлается жидкимъ, по крайней мѣрѣ въ томъ смыслѣ, что невозможно провести границы, отдѣляющей образовавшуюся жидкость отъ остального газа. Эту температуру Андрьюсъ назвалъ критической. Для углекислаго газа она составляетъ 31° , для сѣрнаго ээира 192° , для воды 358° .

Очень возможно, что такая критическая температура, которая при нашихъ опытахъ достигается весьма рѣдко, составляетъ на солнцѣ совершенно преобладающее явленіе. Въ пользу этого предположенія говорить и то обстоятельство, что при критической температурѣ самое незначительное измѣненіе въ отношеніи двухъ противодѣйствующихъ силъ (давленія и температуры) влечетъ за собою большія измѣненія въ объемѣ и состояніи газа, а именно такая внезапность и колоссальность перемѣнъ въ формахъ водородныхъ массъ составляетъ характеристическое свойство солнечныхъ выступовъ.

Постоянное освобожденіе тепла изъ поднимающихся изнутри солнца массъ покрываетъ нѣкоторую часть расхода на лучеиспусканіе; но несравненно большую его часть покрываютъ химическіе процессы соединенія элементовъ, которые при чрезвычайно высокой температурѣ внутри солнца находятся въ разьединенномъ состояніи, на поверхности же при постоянномъ охлажденіи образуютъ сложныя тѣла, при чемъ выдѣляется громадное количество теплоты.

Сенъ-Клеръ-Девиль доказалъ, что при сгораніи какого либо газа, напримѣръ гремучаго газа, только часть его вступаетъ въ химическое

соединеніе, и вслѣдствіе выдѣленія при этомъ тепла другая часть достигаетъ столь высокой температуры, что сгораніе ея дѣлается невозможнымъ и она остается въ состояніи диссоціаціи. Точно также при сгущеніи пара выдѣляется столько тепла изъ сгустившейся части пара, что температура остальной части повышается и она удаляется отъ состоянія сгущенія. При сгущеніи килограмма пара при 100° , какъ извѣстно, выдѣляется 536 единицъ тепла, хотя полученная вода имѣетъ попрежнему температуру 100° . Подобнымъ образомъ когда при сгораніи водорода образуется килограммъ воды, выдѣляется 3830 единицъ тепла, скрытаго въ элементахъ при разложеніи.

Слѣдующій опытъ прекрасно выясняетъ, какъ тепло поглощается или переходитъ въ скрытое состояніе при химическомъ разложеніи. Если двѣ весьма тонкія платиновыя проволоки, соединенныя съ полюсами батареи, погрузить неглубоко въ воду, то послѣдняя быстро нагревается не разлагаясь; если же погрузить проволоки глубже, то начинается разложеніе и прекращается возвышеніе температуры.

Положимъ теперь, что килограммъ гремучаго газа вслѣдствіе лучеиспусканія потерялъ бы въ годъ 1 единицу тепла, т. е. столько, что его температура понизилась бы на 1° ; тогда, если изъ этого газа образуется, вслѣдствіе химическаго соединенія его элементовъ, вода, то выдѣлившихся 3830 единицъ тепла будетъ достаточно для покрытія расхода на лучеиспусканіе въ теченіе 3830 лѣтъ.

Извѣстно затѣмъ, что атомный вѣсъ различныхъ элементовъ представляетъ кратныя числа атомнаго вѣса водорода и что онъ находится въ опредѣленной связи съ теплоемкостью, а именно атомный вѣсъ обратно пропорціоналенъ теплоемкости. Изъ этого пришли къ гипотезѣ, что всѣ элементы представляютъ только различныя степени сгущенія водорода или же другой первоматеріи. Если это такъ, то является новый источникъ солнечнаго тепла -- это тепло, освобождающееся при сгущеніи этой первоматеріи въ различныя вещества.

Итакъ хотя температура солнца отнюдь не можетъ считаться абсолютно неизмѣнною, однако пониженіе ея столь неизмѣримо мало, что можетъ быть замѣчено развѣ черезъ многія тысячи лѣтъ. Постепенное сгущеніе солнечной матеріи на многія тысячи лѣтъ покрываетъ лучеиспусканіе, такъ что мы не можемъ замѣтить этой потери, но очевидно должно наступить такимъ образомъ время, когда солнце значительно охладится и повидимому неисчерпаемый запасъ его энергіи наконецъ изсякнетъ, сжатіе прекратится и лучеиспусканіе не будетъ болѣе ничѣмъ

уравновѣшиваться. Такое состояніе давно уже наступило для планетъ и еще ранѣе для ихъ спутниковъ; наша луна, нѣкогда блестящій какъ солнце газовый шаръ, давно уже странствуетъ въ мірѣ оковѣннѣмъ, холоднымъ и мертвымъ тѣломъ, способнымъ только отражать свѣтъ солнца.

И для солнца нѣкогда наступить это время, можетъ быть черезъ много миллионѣвъ лѣтъ, но неизбѣжно. Сіяющее свѣтило дня погаснетъ, и гораздо ранѣе того замретъ всякая жизнь на землѣ и др. планетахъ. Такъ какъ этотъ финаль долженъ неизбѣжно наступить по прошествіи опредѣленнаго времени, то очевидно солнечная система—первоначально газообразный шаръ—не существуетъ отъ вѣчности; ибо въ такомъ случаѣ ея конецъ—остываніе—уже наступилъ бы до сихъ поръ.

Но если мыслящій человѣкъ, говоритъ Секии, невольно сдерживаетъ быстрый полетъ своего разума при мысли, что по неизбѣжнымъ и неотразимымъ законамъ природы, всѣмъ живымъ существамъ, всѣмъ прекраснѣйшимъ цвѣтамъ человѣческаго духа нѣкогда грозитъ тьма и смерть, то онъ долженъ радостно воспринять въ сознаніи, что такія перемѣны состоянія должны быть періодическими, подобно тому какъ за зимнимъ сномъ растеній подъ снѣжнымъ покровомъ слѣдуетъ радостное пробужденіе къ новой жизни. И если мы говоримъ, что нѣкогда остановится пульсъ этого міра, который теперь полонъ жизненныхъ силъ, то мы должны помнить, что эти силы не обратятся въ ничто. Ибо ничто въ природѣ не исчезаетъ, и изъ смерти повсюду возрождается новая жизнь».

Причина тона,

издаваемого стержнями изъ магнитныхъ металловъ подъ вліяніемъ прерывчатаго намагничиванія.

П. Бахметьева.

(Окончаніе ¹⁾).

Въ виду важности этого послѣдняго результата для объясненія причины тона, издаваемого стержнями подъ вліяніемъ прерывчатаго намагничиванія, я сдѣлалъ еще нѣсколько опытовъ, растягивая желѣзные стержни, и получалъ всегда тотъ же результатъ.

¹⁾ См. „Вѣстникъ“ № 21.

Не доверяя своему слуху, я попросил моего товарища слушать въ телефонъ, и онъ замѣтилъ то же.

Высота тона, издаваемого стержнями при намагничиваніи, не измѣнилась ни отъ измѣненія силы намагничивающаго тока, ни отъ сжатія или растяженія. Высота тона, издаваемого камертономъ, совпадала съ высотой тоновъ стержней какъ никкелевыхъ, такъ и желѣзныхъ.

Чѣмъ объяснить себѣ происхожденіе тона въ стержняхъ изъ магнитныхъ металловъ подъ вліяніемъ прерывчатаго намагничиванія? Чѣмъ объяснить различное измѣненіе силы тона въ никкелевыхъ и желѣзныхъ стержняхъ подъ вліяніемъ ихъ сжатія и растяженія? Очевидно здѣсь существуетъ связь не между силой тона и величиной магнетизма, какъ это выходитъ изъ гипотезы Де-ла-Рива, а между другими факторами, непосредственно вліяющими на появленіе или исчезновеніе тона.

Въ самомъ дѣлѣ, если тонъ вызывается извѣстнымъ расположеніемъ частицъ въ массѣ желѣза или никкеля подъ вліяніемъ намагничиванія, какъ это объяснялось прежде, то почему при растягиваніи желѣзнаго стержня сила тона не увеличивается? вѣдь тогда проволока обладаетъ, какъ показываетъ табл. IV, *большимъ магнетизмомъ* и измѣненіе въ расположеніи частицъ совершается въ большемъ масштабѣ. Такой же вопросъ можно поставить и для никкеля при сжатіи.

Для объясненія этихъ до сихъ поръ темныхъ явленій обратимся къ нѣкоторымъ аналогіямъ; а именно рассмотримъ условія, при которыхъ измѣняется сила тона и длина стержней при ихъ намагничиваніи.

Измѣненіе длины:

Желѣзный стержень при намагничиваніи удлинняется (Joule).

Удлинненіе это тѣмъ болѣе, чѣмъ больше магнетизмъ (Joule).

Сильно растянутый желѣзный стержень при намагничиваніи болѣе не удлинняется (Joule).

При дальнѣйшемъ намагничиваніи желѣзнаго стержня замѣчается его укороченіе отъ намагничиванія (Joule).

При намагничиваніи желѣзнаго стержня въ сжатомъ видѣ удлинненіе его меньше, чѣмъ у не сжатаго. (?).

При намагничиваніи мѣднаго стержня онъ не измѣняетъ своей длины (Joule).

Измѣненіе силы тона:

Желѣзный стержень при намагничиваніи издаетъ тонъ (Page).

Сила тона растетъ съ увеличеніемъ намагничивающей силы (Matteucci).

Сильно растянутый желѣзный стержень при намагничиваніи тона болѣе не издаетъ (авторъ).

При дальнѣйшемъ растяженіи желѣзнаго стержня тонъ опять появляется (авторъ).

При намагничиваніи сжатаго желѣзнаго стержня сила тона слабѣе, чѣмъ у не сжатаго (авторъ).

При намагничиваніи мѣднаго стержня онъ звука не издаетъ (Wertheim).

При намагничиваніи никелеваго стержня онъ укорачивается (Barrett).

При намагничиваніи сжатого никелеваго стержня укороченіе его меньше, чѣмъ у не сжатого. (?) ¹⁾.

При намагничиваніи кобальтоваго стержня онъ удлинняется (Barrett).

При намагничиваніи никелеваго стержня онъ издаетъ тонъ (Trowbridge).

При намагничиваніи сжатого никелеваго стержня сила тона ослабѣваетъ (авторъ).

При намагничиваніи кобальтоваго стержня онъ издаетъ тонъ (Trowbridge).

На основаніи такой параллельности между обоими явленіями, можемъ сказать, что *сила тона вполне зависитъ отъ измѣненія длины стержней подъ вліяніемъ ихъ намагничиванія*, а слѣдовательно и *измѣненіе длины стержней есть непосредственная причина издаваемого ими тона*; другими словами, если стержень не измѣняетъ подъ вліяніемъ намагничиванія своей длины, то онъ не издаетъ никакого звука или тона. Вотъ почему мѣдный стержень и не издавалъ тона въ опытахъ нѣкоторыхъ физиковъ. По той же причинѣ и сильно растянутый желѣзный стержень, уже болѣе не укорачивающійся и не удлиняющійся отъ намагничиванія, звука не издаетъ; при дальнѣйшемъ же растяженіи онъ начинаетъ отъ намагничиванія укорачиваться и тонъ опять появляется, какъ у никкеля при обыкновенныхъ обстоятельствахъ.

Не безынтересно замѣтить, что какъ показываютъ таблицы maximum магнитизма при растяженіи желѣзнаго стержня совпадаетъ съ minimum'омъ силы тона; вѣроятно отсутствіе тона у никелевыхъ стержней будетъ совпадать тоже съ maximum'омъ магнитизма отъ сжатія.

Такимъ образомъ если тонъ есть слѣдствіе измѣненія стержнями своей длины, то и высота его должна соответствовать числу прерываній намагничивающаго тока, что на самомъ дѣлѣ и подтверждается какъ настоящими опытами, такъ и опытами прежнихъ изслѣдователей. Точно также тогда выходитъ, какъ естественное заключеніе, что высота тона не будетъ измѣняться отъ растяженія или сжатія стержней, а только его напряженіе.

Опыты *Бемтзона* согласуются съ этимъ заключеніемъ, равно какъ и мои собственные. Ясно также, почему *высота* тона не зависитъ отъ діаметра стержней и почему она одна и таже у желѣза, никкеля и кобальта, какъ это было замѣчено нѣкоторыми физиками.

Итакъ, какъ показываютъ непосредственные опыты, причина тона, издаваемого стержнями изъ магнитныхъ металловъ при ихъ прерывчатомъ намагничиваніи, намъ теперь ясна; но можетъ быть любознательный читатель спроситъ и о причинѣ этой причины, т. е. какъ объяснить себѣ, почему происходитъ удлинненіе или укороченіе стержней отъ намагничиванія?—Этотъ вопросъ составить предметъ одной изъ слѣдующихъ статей.

¹⁾ Отмѣченныя вопросительнымъ знакомъ явленія нуждаются еще въ опытномъ подтвержденіи, такъ какъ они вообще еще нигдѣ не были наблюдаемы.

Хроника.

«Предстоящее солнечное затмѣніе 7-го авг.» (І. А. Клейбера).

«Предстоящее полное солнечное затмѣніе 7-го августа 1887 г. *І. А. Клейбера*, дѣйствительнаго члена русскаго физико-химическаго общества, императорскаго русскаго географическаго общества, германскаго метеорологическаго общества, международнаго астрономическаго общества и пр. Съ приложеніемъ инструкціи для наблюденія надъ растеніями Э. Нидергефера и надъ насѣкомыми А. П. Семенова. Съ 7 рисунками въ текстѣ. Изданіе журнала «Русское Богатство» (46 стр.) С.-Пб. 1887 г. (Цѣна 40 коп.).

Брошюру эту, поступившую недавно въ продажу, рекомендуемъ всѣмъ, желающимъ познакомиться съ подробностями предстоящаго, крайне интереснаго и рѣдкаго явленія полнаго солнечнаго затменія. Въ ней читатели найдутъ кромѣ элементарнаго объясненія затменія и сопровождающихъ его явленій нѣкоторыя инструкціи для астрономическихъ, метеорологическихъ и біологическихъ наблюденій въ моментъ самого затменія. Въ брошюрѣ имѣется списокъ важнѣйшихъ городовъ Россіи, въ которыхъ будетъ видно полное затменіе, съ указаніемъ времени его начала и конца 1).

Двѣ подробныя карты предстоящаго солнечнаго затменія, одна для Европейской Россіи, другая для Сибири, изготовленныя *І. А. Клейберомъ* и напечатанныя въ картографическомъ заведеніи Ильина, съ обозначеніемъ полосы полнаго затменія и времени, продаются отдѣльно въ редакціи «Русскаго Богатства» (цѣна 50 коп., съ пересылкою 1 р.).

Средство избавиться отъ дѣйствія остаточнаго магнетизма 2).

Какъ извѣстно, якорь не отрывается отъ электромагнита, когда по послѣднему даже не идетъ такъ, что объясняется остаточнымъ магнетизмомъ. Это обстоятельство устранялось до сихъ поръ тѣмъ, что на полюсы электромагнита напавали пластинки изъ желтой мѣди или же обклеивали ихъ какими нибудь немагнитными веществами (бумагой). *Нинеръ* употребляетъ для этого тонкія желѣзныя пластинки, которыя находятся между якоремъ и полюсами электромагнита. Послѣ того, какъ токъ прерванъ, пластинки эти вслѣдствіе своей малой толщины совершенно размагничиваются и якорь легко отрывается самъ. Этотъ способъ хорошъ потому, что здѣсь дѣйствіе магнетизма не ослабѣваетъ, такъ какъ якорь притягивается непосредственно полюсами, а не какъ прежде, когда между ними и якоремъ былъ извѣстный промежутокъ (заполненный немагнитнымъ веществомъ).

Б.м.

1) Въ послѣднемъ номерѣ „Вѣстника“ за текущ. семестръ (въ № 24) мы дадимъ нашимъ читателямъ статью Проф. С.-Пб. унив. С. Глазенапа о солнечномъ затменіи, любезно присланную намъ для этой цѣли.

2) Патентъ № 38110. *Henri Pieper*).

Улетучиваніе растворенныхъ тѣлъ при испареніи ихъ растворителей. (Р. М. Долашарлони ¹⁾).

Не только при сильномъ кипѣніи воды паръ увлекаетъ извѣстное количество частичекъ жидкости, но и при обыкновенномъ испареніи растворовъ увлекаются растворенныя тѣла, какъ это и доказывается нижеприведенными опытами съ четырьмя классами веществъ, а именно съ одной кислотой, основаніемъ, кислотой и щелочной солью.

Растворы, содержащіе на 1000 куб. сант. воды: 500 куб. сант. сѣрной кислоты, 66⁰%, или 500 грам. плавленой водной окиси натрія, или 500 гр. кристаллической соды, или такое количество желѣзнаго купороса, чтобы растворъ былъ 25⁰%-ный, наливались въ чашки, надъ которыми находились опрокинутыя воронки; на узкихъ концахъ ихъ укрѣплялись соответствующія бумажки, долженствующія открыть реакцію. При обыкновенной температурѣ растворъ водной окиси натрія показалъ начало реакціи спустя 2 дни, сѣрная кислота по прошествіи нѣсколько болѣе короткаго времени, желѣзный купоросъ спустя 3 дни и сода спустя 5 дней.

Бжм.

Смѣсь.

Рѣшеніе нѣкоторыхъ задачъ практической геометріи.

Въ статьѣ „Простѣйшій способъ межеванія“ ²⁾ было предложено нашимъ читателямъ рѣшеніе наиболѣе простыхъ задачъ изъ области землемѣрія при помощи веревки (или цѣпи) и кольевъ. Въ дополненіе къ этому даемъ теперь рядъ задачъ, легко и удобно рѣшаемыхъ при помощи такой-же веревки, кольевъ и самаго простаго изъ землемѣрныхъ инструментовъ, называемаго *эккеромъ*.

Приборъ этотъ, въ простѣйшемъ его видѣ, представленный на фиг. Фиг. 66. 66, легко можетъ быть сдѣланъ собственноручно всякимъ, кто имѣетъ въ немъ надобность въ землемѣрной практикѣ. Онъ состоитъ изъ простой палки, заостренной на концѣ, чтобы ее легко можно было воткнуть въ землю, и наглухо насаженныхъ на ея верхнюю часть двухъ деревянныхъ линеекъ *om* и *on*, образующихъ *какой нибудь* уголъ, въ плоскости перпендикулярной къ оси палки *op*. Въ вершинѣ этого угла, по направленію оси палки, вбитъ тонкій штифтикъ *o* (напр. стальная иглолка или булавка); два другіе такіе-же штифтিকা *m* и *n* воткнуты разъ на всегда на концахъ горизонтальныхъ линеекъ. Такимъ образомъ три точки *o*, *m*, *n* опредѣляютъ положеніе двухъ прямыхъ *om* и *on* на эккерѣ, которыя образуютъ нѣкоторый неизмѣнный уголъ *mon*, напр. въ α° . Намъ нѣтъ надобности знать величину этого угла въ градусахъ: она остается произвольною при рѣшеніи нижеслѣдующихъ задачъ, и для насъ важно только то, что уголъ α нашего эккера не измѣняется никогда, куда бы мы его не перенесли.

¹⁾ Р. М. Delacharlonny. Comp. rend. 103, p. 1128. 1880).

²⁾ См. „Вѣстникъ“ № 2, 3 и 5.

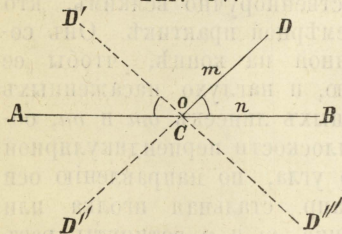
Сямо собою разумѣется, что эккеръ можетъ быть устроенъ болѣе совершеннымъ и сложнымъ образомъ. Такъ напр. вмѣсто линейекъ *от* и *оп*, скрѣпленныхъ подъ неизмѣннымъ угломъ, можно придѣлать къ верхнему концу палки двѣ линейки на крестъ, которыя бы могли вращаться около общей вертикальной оси; такія линейки называются *алидадами*; вмѣсто штифтовъ для визированія на концахъ ихъ укрѣплены *диоптры*, т. е. вертикальныя дощечки съ продольными щелями и нитями, въ нихъ протянутыми. На такомъ эккерѣ уголъ α можно измѣнять по желанію, давая алидадамъ различное расположеніе и закрѣпляя ихъ всякій разъ специально для этой цѣли предназначеннымъ винтомъ. Присоединивъ къ такому эккеру еще *транспортиръ*, или вообще горизонтальный кругъ раздѣленный на градусы (*лимбъ*), мы получимъ самый простой видъ *угломѣрно* инструмента, который носитъ названіе *астролябии* ¹⁾.

Но мы имѣемъ цѣлью познакомить лишь съ *простѣйшими* приемами рѣшенія нѣкоторыхъ задачъ практической геометріи, а потому въ дальнѣйшемъ будемъ пользоваться простымъ эккеромъ съ неизмѣняемымъ произвольнымъ угломъ α , предполагая, что читатель, имѣющій подъ руками приборъ болѣе совершенный, тѣмъ болѣе сумѣетъ имъ воспользоваться и самъ пойметъ, когда и какъ можно будетъ упростить или сократить предлагаемыя здѣсь приемы рѣшенія нѣкоторыхъ задачъ.

При этомъ мы принимаемъ, что читатель достаточно знакомъ съ основными теоремами элементарной геометріи и—чтобы не повторять того, что уже разъ было въ журналѣ предложено—предполагаемъ, что ему уже извѣстно какъ прокладывается и измѣряется на поверхности земли *прямая линия* при помощи кольевъ (или вѣхъ) и веревки (или землемѣрной цѣпи) ²⁾.

Разсмотримъ сначала *основныя задачи*, рѣшаемыя при помощи простого эккера.

I. На данной прямой AB въ данной на ней точкѣ C (фиг. 67) построить уголъ равный углу эккера α .



Въ данной точкѣ C вбиваемъ нашъ эккеръ въ землю, вращая его до тѣхъ поръ, пока двѣ его булавки o и n не окажутся при визированіи (однимъ глазомъ) лежащими на прямой AB ; тогда на продолженіи направленія, оцрѣдѣннаго булавками o и m , вбиваютъ гдѣ нибудь колъ D . Линія CD съ линіей BC образуетъ очевидно уголъ $= \alpha$.

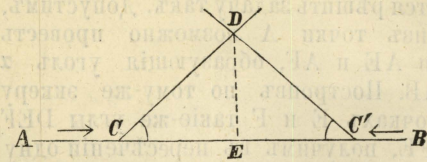
Если уголъ α нашего эккера не прямой, то изъ данной точки C можно провести *четыре* линіи, образующія съ данной тотъ-же самый уголъ; двѣ изъ нихъ CD , CD' будутъ по одну сторону прямой AB ; двѣ другія CD'' , CD''' —по другую. Очевидно, что линіи CD и CD'' , а также CD' и CD''' составляютъ *два* *прямыхъ*, пересѣкающіяся въ точкѣ C .

¹⁾ Болѣе подробное описаніе астролябій, алидадъ съ диоптрами и рисунки можно найти въ учебникахъ геометріи.

²⁾ См. статью проф. В. Ермакова „Простѣйшій способъ межеванія“ въ ММ. 2, 3 и 5 „Вѣстника“ за 1886 г.

II. Через точку D , лежащую внѣ данной прямой AB (фиг. 68) провести къ ней прямую подъ угломъ эккера α .

Фиг. 68.



образомъ найдется точка C . Необходимо при этомъ часто провѣрять направление нашего пути, чтобы не сойти съ линіи AB , если послѣдняя ничѣмъ не отмѣчена на поверхности земли.

Если бы мы шли отъ B къ A , повернувъ растворъ эккера въ сторону A , то такимъ-же точно приемомъ мы бы нашли еще другую точку C' , въ которой уголъ $DC'A$ былъ-бы равенъ α .

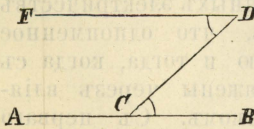
Треугольникъ DCC' очевидно равнобедренный. Поэтому, раздѣливъ его основаніе CC' пополамъ (при помощи веревки), мы получимъ точку E , служащую основаніемъ перпендикуляра опущеннаго изъ D на данную прямую. Такимъ образомъ при помощи эккера и веревки можетъ быть выполнено проведеніе перпендикуляра къ данной прямой изъ точки, лежащей внѣ ея, или иными словами—можетъ быть найдено разстояніе точки отъ прямой.

Этихъ двухъ основныхъ задачъ достаточно для ознакомленія съ теоріею приложенія эккера къ землѣмѣрію.

Переходимъ теперь къ задачамъ болѣе сложнымъ.

1. Черезъ данную точку D провести прямую параллельную данной прямой AB (фиг. 69).

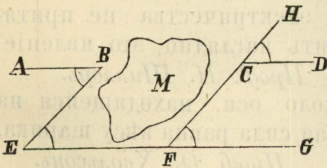
Фиг. 69



Задача сводится на рѣшеніе задачи II, а потому I. Сперва находимъ на прямой AB такую точку C , изъ которой колья D и B видны подъ угломъ α , а потомъ, перейдя съ эккеромъ въ точку D , строимъ въ ней уголъ $CDF = \alpha$. Прямая DF будетъ очевидно параллельна AB .

2. Продолжить данную прямую черезъ нѣкоторое препятствіе.

Фиг. 70.

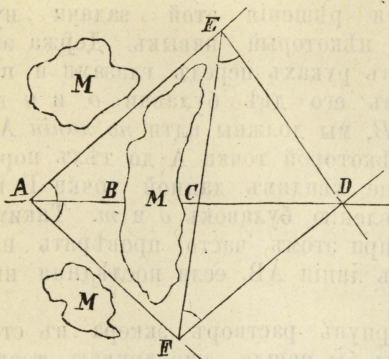


Пусть въ M (фиг. 70), на пути прямой AB , которую требуется продолжить, находится нѣкоторое препятствіе, черезъ которое нельзя видѣть точекъ C и D . Въ этомъ случаѣ эккеръ необходимъ, и при его помощи задача сводится на построеніе такого параллелограмма $BEFC$, одною стороною котораго была бы недостающая прямая BC .

Рѣшеніе задачи, какъ видно изъ чертежа, достигается послѣдовательнымъ построеніемъ угла α въ точкахъ B , E , F и C , при чемъ чтобы найти точку C необходимо отложить отъ F по линіи FN длину линіи BE .

Разстояніе между точками B и C опредѣлится непосредственнымъ измѣреніемъ равнаго ему разстоянія EF .

Можетъ случиться, что условія данной мѣстности не позволяютъ
Фиг. 71.



провести параллельной прямой EF ни справа, ни слѣва отъ нашей прямой AD. Въ такомъ случаѣ иногда удастся рѣшить задачу такъ. Допустимъ, что изъ точки А возможно провести линіи AE и AF, образующія уголъ α съ AB. Построивъ по тому-же эскеру въ точкахъ E и F такіе-же углы DEF и DFE, получимъ въ пересѣченіи одну точку D, принадлежащую продолженію прямой. Такимъ-же образомъ можно найти еще и другую точку и опредѣлить направление CD.

Разстояніе AD въ этомъ случаѣ вычисляется по формулѣ

$$AD = \frac{AE \cdot FD + AF \cdot ED}{EF} = \frac{(AE + AF)ED}{EF},$$

если прямыя AE, AF, EF, ED=FD допускаютъ непосредственное измѣреніе.
(Продолженіе слѣдуетъ).

Вопросы и задачи.

№ 146. Извѣстно, что изолированный проводникъ, помѣщенный вблизи нѣкотораго наэлектризованнаго тѣла, электризуется черезъ вліяніе такимъ образомъ, что его ближайшія къ упомянутому тѣлу части заряжаются разноименнымъ электричествомъ, а дальнѣйшія — одноименнымъ. Если части проводника, наэлектризованныя одноименно съ электризаторомъ, соединить съ землею, то проводникъ останется заряженнымъ только разноименнымъ электричествомъ. Такое явленіе объясняется съ достаточною ясностію взаимнымъ отталкиваніемъ одноименныхъ электричествъ электризатора и проводника. Но опыты показываютъ, что одноименное электричество уйдетъ съ того-же проводника въ землю и тогда, когда съ землею будутъ соединены тѣ его части, которыя заряжены черезъ вліяніе разноименнымъ съ электризаторомъ электричествомъ. Съ перваго взгляда явленіе, какъ будто, происходитъ такъ, что одноименное электричество сперва притягивается въ ближайшія къ электризатору части проводника, а потомъ уже этимъ послѣднимъ отталкивается по соединительной проволоцѣ въ землю. Но одноименныя электричества не притягиваются взаимно. Какимъ-же образомъ объяснить наглядно это явленіе?

Проф. Н. Шиллеръ.

№ 147. Маленькій шарикъ вращается около оси, находящейся на разстояніи одного метра отъ него. Центробѣжная сила равна вѣсу шарика. Сколько оборотовъ дѣлаетъ онъ въ минуту?

Проф. О. Хвольсонъ.

№ 148. Въ прямоугольный треугольникъ можно вписать два квадрата: сторона одного изъ нихъ совпадаетъ съ гипотенузой, одна изъ вершинъ другого лежитъ на гипотенузѣ; пусть p есть сторона перваго квадрата, q — сторона втораго. Требуется вычислить стороны треугольника въ зависимости отъ p и q .

А. Гольденбергъ.

1) См. теорему Птолемея въ учебникахъ геометріи.

№ 149. Даны на плоскости четыре точки. Черезъ каждую изъ нихъ должна проходить одна изъ сторонъ квадрата. Построить квадратъ.

И. Ивановъ.

№ 150. Такъ какъ

$$-1 = \frac{1}{-1},$$

$$\text{то и } \log(-1) = \log\left(\frac{1}{-1}\right) = \log 1 - \log(-1);$$

переносъ $\log(-1)$ въ первую часть имѣемъ:

$$2\log(-1) = \log 1 = 0.$$

Итакъ $2\log(-1) = 0$, откуда $\log(-1) = 0$, что нелѣпно.

Требуется указать ошибку.

Р. Фогель

№ 151. Рѣшить уравненія:

$$x^2 + y^2 = bx + cy - az,$$

$$z^2 + x^2 = cz + ax - by,$$

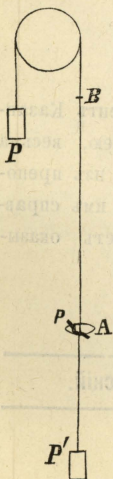
$$y^2 + z^2 = ay + bz - cx.$$

Н. Соболевскій.

Рѣшенія задачъ.

№ 33. На Атвудовой машинѣ одна гирька Р вѣситъ 200 гр., другая Р' - 160 гр. Расположивъ Р выше Р', предоставимъ въ извѣстный моментъ всю систему дѣйствию силы тяжести; тогда Р начнетъ падать. По прошествіи $1\frac{1}{2}$ секунды гирька Р', поднимаясь вертикально вверхъ, проходитъ черезъ кольцо и увлекаетъ съ собою пластинку p , вѣсящую 60 гр. Спрашивается, что произойдетъ дальше? Определить также на какомъ разстояніи отъ начального положенія гирьки Р' должно быть расположено кольцо съ пластинкой p ?

фиг. 72.



Назовемъ пространство отъ начального положенія гирьки Р' до А, проходимое равноѣрно ускореннымъ движеніемъ, черезъ h_1 . Ускореніе g_1 этого движенія опредѣлится изъ пропорціи

$$g_1 : g = P - P' : P + P',$$

гдѣ g есть ускореніе силы тяжести при свободномъ паденіи; принимая $g = 9,81$ м. и подставляя вмѣсто Р и Р' данныя числа, находимъ: $g_1 = 1,09$ м. Пройденный путь h_1 найдемъ по формулѣ $h_1 = \frac{1}{2} g_1 t^2$, а такъ какъ время $t = \frac{3}{2}$ сек., то $h_1 = 1,226$ м. На такой высотѣ должно быть расположено кольцо А.

Скорость v_1 , приобретенная гирькою Р' въ моментъ прохожденія черезъ кольцо, будетъ

$$v_1 = g_1 t \text{ (или } \sqrt{2g_1 h_1}) = 1,635 \text{ м.}$$

Съ такою скоростью гирька Р' ударитъ при движеніи вверхъ въ пластинку p .

Пренебрегая потерю скорости вследствие этого удара (а также всеми другими сопротивлениями движению), видимъ, что съ момента прохождения P' сквозь кольцо A движение должно измѣниться въ равномерно замедленное вследствие присоединенія пластинки p , такъ какъ ускореніе

$$g_2 = g \frac{P - P' - p}{P + P' + p}$$

сдѣлалось, очевидно, отрицательнымъ. Вычисливъ его, найдемъ

$$g_2 = -0,467... \text{ м.}$$

Такое равномерно замедленное движение будетъ продолжаться до нѣкоторой точки B , въ которой скорость v_2 сдѣлается равною нулю. А такъ какъ вообще

$$v_2 = v_1 - 0,467...t,$$

то, подставляя вмѣсто v_1 ранѣе найденную величину, находимъ для точки B

$$t = 3\frac{1}{2} \text{ сек.}$$

Столько времени будетъ продолжаться еще поднятіе. Высота этого поднятія AB , которую назовемъ черезъ h_2 , будетъ

$$h_2 = \frac{1}{2} \frac{v_1^2}{g_2} = 2,86 \text{ м.}$$

Поднявшись на такую высоту (отъ A), гири P' и p начнутъ падать: въ моментъ прохожденія черезъ кольцо пріобрѣтенная скорость опять сдѣлается равною v_1 , но такъ какъ пластинка p будетъ задержана кольцомъ, то дальнѣйшее движеніе внизъ гири P' будетъ равномерно замедленнымъ и окончится тогда, когда она достигнетъ первоначальнаго своего положенія. Потомъ начнется второй точно такой-же періодъ. — Въ идеальномъ случаѣ отсутствія всякаго тренія и сопротивленія при движеніи и ударѣ это явленіе продолжалось бы до безконечности.

И. Д...скій.

Корреспонденція.

Нѣсколько времени тому назадъ въ газетахъ было сообщено, будто студентъ Казанскаго университета Ч. изобрѣлъ какую-то особенную гальваническую батарею, весьма удобную для домашнегоъ электрическаго освѣщенія. На запросъ редакціи, одинъ изъ преподавателей физики въ Казани, *Н. Нечаевъ* извѣщаетъ насъ, что по забраннымъ имъ справкамъ (въ университетѣ и въ редакціи Волжскаго Вѣстника) это сообщеніе газетъ оказывается вымышленнымъ.

Редакторъ-Издатель **Э. К. Шпачинскій.**

Дозволено цензурою. Кіевъ, 23 Мая 1887 года.

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

Списокъ книгъ, присланныхъ въ редакцію.

(Продолженіе).

21. **Приготовительный курсъ геометріи.** Подробный конспектъ пропедевтики геометріи для учащихся. Съ 17 чертежами (въ текстѣ). Составилъ *В. Добровольскій*. Для учителей среднихъ учебныхъ заведеній, мужскихъ и женскихъ, городскихъ, уѣздныхъ и специальныхъ училищъ. Изданіе редакціи журнала „Записки учителя“. Москва. 1886 г. XIV и 38 стр. in 8°. Цѣна 35 коп.

Вмѣсто предисловія—извлеченіе изъ циркуляра по Виленскому учебному округу № 2, 1885 года (О всестороннемъ обсужденіи вопроса относительно назначенія уроковъ для преподаванія пропедевтики геометріи и относительно классовъ, въ какихъ должно быть введено это преподаваніе). Введеніе—о подготовительномъ курсѣ геометріи. Содержаніе: 1) Прямая линія, точка и уголъ. 2) Окружность и измѣреніе угла. 3) Треугольники и параллелограммы. 4) Измѣреніе площадей. 5) Измѣреніе объемовъ. 6) Вопросы для повторенія и обобщенія пройденнаго.

22. **Ариметика.** Курсъ среднихъ учебныхъ заведеній. Составилъ *П. Никулицевъ*, преподаватель Александровскаго Смоленскаго реальнаго училища. Изданіе второе (съ измѣненіями). (Первое изданіе включено въ каталогъ руководствъ по ариметикѣ для среднихъ учебныхъ заведеній М. Н. Пр.). Москва. 1887 г. 272 стр. in 8°. Цѣна 70 к.

23. **Историческій очеркъ развитія сферической тригонометріи.** Сообщеніе *П. С. Портыкаго*, читанное 28 февраля 1887 г. въ 65-мъ засѣданіи секціи физико-математическихъ наукъ Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ университетѣ. (Сообщеніе это было повтореніемъ вступительной лекціи, читанной авторомъ въ качествѣ приватъ-доцента сферической тригонометріи при Казанскомъ университетѣ). Казань. 1887 г. 16 стр. in 8°. Цѣна не обозначена.

24. **Сборникъ примѣровъ и задачъ элементарной физики.** *Тоддентера*, профессора математики въ Кембриджѣ. Переводъ съ англійскаго. Кіевъ. 1887 г. 117 стр. in 8° мал. форм. 856 вопросовъ и задачъ съ отвѣтами. Цѣна 60 коп.

(Продолженіе слѣдуетъ).

<http://vofem.ru>

ВЪ СЛАДЪ РЕДАКЦІИ

ВѢСТНИКА ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

имѣются для продажи:

1. Первый томъ „Журнала Элементар. Математики“ за 1884¹/₅ уч. годъ—всего 18 №№ . цѣна 4 р. — к.
2. Второй томъ „Журнала Элементар. Математики“ за 1885¹/₆ уч. годъ—всего 18 №№ . „ 4 „ — „
3. Первый томъ „Вѣстника Оп. Физики и Элем. Математики за 1-й семестръ 1886¹/₇ уч. года—всего 12 №№ . „ 3 „ — „
4. Электричество въ элементарной обработкѣ К. Максуэлла, пер. подъ ред. проф. М. П. Авенариуса. 1886 г. „ 1 „ 50 „
5. Физическія изслѣдованія А. И. Надеждина съ предисловіемъ проф. М. П. Авенариуса (посмертное изданіе) 1887 г. „ 1 „ 50 „
6. Рѣчь Споттисвуда „О связи математики съ другими науками“, пер. Н. А. Конопацкаго. 1885 г. „ — „ 35 „
7. Электрическіе аккумуляторы. Сос. Эр. Шпачинскій. 1886 г. „ — „ 50 „
8. Основы Ариѳметики Е. Коссака, пер. И. Н. Красовскаго. 1885 г. „ — „ 50 „
9. Рѣчь Клаузиуса: „Связь между великими дѣятелями природы“, пер. И. Н. Красовскаго. 1885. „ — „ 20 „
10. Вопросы о наибольшихъ и наименьшихъ величинахъ, рѣшаемые посредствомъ уравненій 2-й степени, Бріо, пер. И. Н. Красовскаго. 1886. „ — „ 40 „
11. Ортоцентрическій треугольникъ. Н. Шимковича. 1886 г. „ — „ 10 „
12. Выводъ формулъ, служащихъ для разложенія въ рядъ логарифмовъ. Г. Флоринскаго. 1886. „ — „ 15 „
13. Ученіе о лагориѳмахъ въ новомъ изложеніи В. Морозова. 1886 г. „ — „ 15 „
14. Теорія Вѣроятностей. Лекціи Проф. В. П. Ермакова. 1879 г. „ 1 „ 50 „
15. Нелинейныя Дифференціальныя уравненія съ частными производными перваго порядка со многими переменными и Каноническія уравненія. Лекціи Проф. В. П. Ермакова. 1884 г. „ 1 „ 30 „
16. Способъ наименьшихъ квадратовъ. Дополненіе къ теоріи вѣроятностей. Лекціи Проф. В. П. Ермакова. 1887 года „ — „ 25 „