

Обложка
щется



Обложка
щется

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

15 Октября


 №. 306.
 

1901 г.

Содержаніе: Расширеніе нашихъ чувствъ. (Окончаніе). Проф. O. Wiener'н. Переводъ Д. Шора. — Рѣчь, произнесенная профессоромъ А. В. Васильевымъ въ торжественномъ засѣданіи Казанскаго Физико-Математическаго Общества 22-го Октября 1900 года. — Опыты и приборы: Нѣсколько лекціонныхъ опытовъ по теплотѣ. Вл. Оболенскаго. — Задачи XXX—XXXI. — Задачи для учащихся, №№ 100—105 (4 серіи). — Рѣшенія задачъ (4 сер.), №№ 49, 54, 66. — Объявленія.

Расширеніе нашихъ чувствъ.

Вступительная лекція, прочитанная 19-го Мая 1900 г. Otto Wiener'омъ, ординарнымъ профессоромъ Лейпцигскаго Университета.

Переводъ Д. Шора.

(Окончаніе *).

Какое значеніе имѣетъ такое расширеніе чувствъ для нашего познанія? Но предварительно поставимъ еще такой вопросъ: даютъ ли чувства *сами по себѣ* уже познаніе? Чувство даетъ прежде всего только *ощущеніе*; послѣднее есть не что иное, какъ знакъ внѣшняго возбужденія; чтó этотъ знакъ означаетъ, говорить намъ только *воспріятіе*, которое устанавливаетъ связь между внѣшнимъ явленіемъ и внутреннимъ.

Нѣчто подобное происходитъ, когда мы объясняемъ указанія, даваемые намъ инструментами. Новый знакъ возбуждаетъ только ощущеніе: нѣчто происходитъ. Когда Kirchhoff помѣстилъ между солнечнымъ изображеніемъ гелиостата и щелью спектроскопа пламя натрія, и увидѣлъ, вмѣсто ожидаемаго усиленія свѣта, затемненіе фраунгоферовой линіи D солнечнаго спектра, онъ вы-

*) См. № 305 „Вѣстника“.

шелъ изъ комнаты со словами: „Здѣсь, повидимому, скрывается нѣчто фундаментально важное“ („Das scheint mir eine fundamentale Geschichte“) ⁵⁹). На другой день онъ уяснилъ себѣ это указаніе: онъ воспринялъ тотъ фактъ, что въ солнечной атмосферѣ существуютъ пары натрія; между ними и фраунгоферовыми линиями D онъ установилъ связь.

Конечно, это было не такъ просто. Для этого необходимо было обладать, на ряду съ остроуміемъ, богатымъ опытнымъ матеріаломъ, и притомъ облеченнымъ въ сжатую форму, т. е. теоріей.

Наши физическія теоріи, съ точки зрѣнія ученія объ эволюціи, суть указанія на явленія внутренняго приспособленія къ тому, что происходитъ внѣ насъ. Окружающія насъ явленія призываютъ къ жизни эти теоріи подобно тому, какъ свѣтъ создалъ у живыхъ существъ глазъ, — звукъ создалъ ухо. Подобнымъ же образомъ падающее тѣло производитъ внутри насъ родъ кинематографическаго изображенія: вслѣдъ за впечатлѣніемъ упавшаго тѣла, возникаетъ у насъ мысль о его паденіи, а иногда происходятъ и предохранительныя рефлекторныя движенія.

При физическихъ же теоріяхъ этотъ кинематографъ болѣе сложенъ. *Hertz* ⁶⁰) справедливо замѣчаетъ въ своей посмертной механикѣ слѣдующее: „Мы создаемъ себѣ внутреннія изображенія или символы внѣшнихъ предметовъ, и создаемъ ихъ такимъ образомъ, чтобы логически-необходимыя слѣдствія этихъ изображеній всегда были бы изображеніями естественно необходимыхъ слѣдствій изображенныхъ предметовъ“. Нашъ кинематографъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы изъ первоначальнаго изображенія возникала конечная картина явленія; и эта картина должна давать такое же представленіе о конечной стадіи явленія, какое первоначальное изображеніе даетъ о начальномъ его моментѣ.

Чего же мы можемъ ожидать отъ дальнѣйшаго расширенія нашихъ чувствъ, и усовершенствованія нашего теоретическаго кинематографа.

Философы часто утверждали, что вещь въ себѣ останется всегда непознаваемой. Физикъ могъ бы отвѣтить на это, что во всякомъ случаѣ только отношенія вещей къ нему самому и между собой составляютъ предметъ его изслѣдованій. Вещи, не дѣйствующія ни на его чувства, ни на другія вещи, которыя бы дѣйствовали на него, или опять таки при посредствѣ другихъ факторовъ, — такія вещи не могутъ, конечно, быть имъ познаны. Но причину этого слѣдуетъ видѣть не въ недостаткахъ его метода, а въ опредѣленіи понятія вещи въ себѣ. Утвержденіе, что

⁵⁹) См. *L. Boltzmann*, „Gustav Robert Kirchhoff“, Festsrede, gehalten zu Graz am 15. Nov. 1887, Leipzig, J. A. Barth. S. 8, 1888. (Рѣчь, читанная въ Грацѣ 15-го Ноября, 1887 года).

⁶⁰) *H. Hertz*, „Die Prinzipien der Mechanik“, Leipzig, J. A. Barth. S. 1, 1894.

вещь въ себѣ непознаваема, равносильно утверждёнiю, что безотносительная вещь не имѣетъ отношенiй, или что несуществующая вещь не можетъ быть найдена. Объ этомъ навѣрное никто не пожалѣетъ.

Эти взгляды на „вещь въ себѣ“ я узналъ впервые отъ моего отца, *Christian'a Wiener'a*, который слѣдующимъ образомъ выражается по этому вопросу ⁶¹⁾: „Содержится ли тамъ, гдѣ мы усматриваемъ нѣкоторое бытiе, еще нѣчто, кромѣ тѣхъ причинъ, которыя посредственно или непосредственно дѣйствуютъ на наши чувства,—этого мы не знаемъ и никогда узнать не можемъ; мы можемъ познать только то, что въ состоянiи непосредственно либо черезъ посредство другихъ факторовъ вызвать какой либо процессъ въ нашемъ „я“, т. е. ощущенiе, чувство. Мы не можемъ даже составить себѣ о такой вещи никакого представленiя, такъ какъ каждое представленiе есть воспоминанiе объ ощущенiи или чувствѣ; ощущенiя же и чувства не могутъ быть вызваны ею. Поэтому, если бы она и существовала, она не имѣла бы никакого значенiя ни по отношенiю къ нашему поведенiю, такъ какъ она не оказываетъ на насъ никакого влiянiя,—ни для нашего познанiя, такъ какъ мы не въ состоянiи составить себѣ о ней представленiе. Мнѣ кажется нецѣлесообразнымъ называть эту вещь, остающуюся отъ нѣкотораго объекта по исключенiи всѣхъ его свойствъ, особымъ именемъ:—„вещь въ себѣ“. Ибо во-первыхъ неизвѣстно, остается ли что-либо послѣ такого исключенiя; а во-вторыхъ вещи, которая не только не навѣрное существуетъ, но ничѣмъ не обнаруживаютъ своего существованiя,—такой вещи нѣтъ нужды давать особое названiе. Конечно тѣ, которые употребляютъ это названiе, вѣрятъ въ существованiе „вещи въ себѣ“; но это только вѣра, такъ какъ у нихъ нѣтъ никакого признака, а еще менѣе доказательства этого существованiя. Но кромѣ того названiе „вещь въ себѣ“ указываетъ на то, будто-бы этотъ остатокъ составляетъ собой нѣчто наиболѣе существенное въ объектѣ—вѣра, лишенная всякаго основанiя“.

Еще болѣе опредѣленно выражается по этому вопросу *E. Mach* ⁶²⁾: „Цѣлесообразная привычка обозначать постоянное однимъ именемъ и соединять въ одну мысль, не анализируя каждый разъ его составныхъ частей, можетъ привести къ своеобразному противорѣчiю при стремленiи отдѣлить составныя части. Туманный обликъ чего-то постоянного, не измѣняющагося замѣтнымъ образомъ, когда той либо другой изъ составныхъ частей недостаетъ, кажется человѣку *вещью въ себѣ*. Полагаютъ, что если можно удалить всѣ составныя части въ *отдѣльности* картина отъ этого не мѣняется, то можно удалить ихъ *всѣ вмѣстѣ* и все таки

⁶¹⁾ *Christian Wiener*, „Die Grundzüge der Weltordnung“, Leipzig und Heidelberg, C. F. Wintersche Verlagsbuchhandlung, S. 678, 1869.

⁶²⁾ *Ernst Mach*, „Beiträgen zur Analyse der Empfindungen“, Jena, Gustav Fischer, S. 4, 1886.

еще нѣчто останется. Такъ возникаетъ чудовищная идея непознаваемой „вещи въ себѣ“, отличной отъ своихъ „проявленій“.

Но вотъ какой вопросъ имѣетъ смыслъ: въ состояніи ли мы или будемъ ли когда-нибудь въ состояніи сдѣлать наши представленія о существующихъ во внѣшнемъ мірѣ соотношеніяхъ въ извѣстномъ смыслѣ независимыми отъ особенной природы нашихъ чувствъ, т. е. независимыми отъ примѣсей, происходящихъ отъ особенностей отдѣльныхъ чувствъ? Этого вопроса нельзя голословно отвергнуть.

Фактъ существованія обширнаго ученія о магнетизмѣ и электричествѣ указываетъ на возможность отысканія человѣкомъ соотношеній безъ помощи особаго для этой цѣли приспособленнаго чувства. По тѣмъ примѣрамъ, которые я привелъ выше, вамъ должно было стать вполне понятнымъ, что свѣтовые явленія мы въ состояніи такъ же точно, правда не съ такою же легкостью, изслѣдовать при посредствѣ уха, какъ явленія звука при помощи глазъ.

Въ принципѣ не трудно соединить на дѣлѣ всю совокупность нашихъ физическихъ знаній въ единый музей физическихъ автоматовъ, при помощи самопишущихъ аппаратовъ и другихъ автоматическихъ инструментовъ. Мы даже обладаемъ подобнымъ музеемъ въ „Ураніи“ въ Берлинѣ, гдѣ достаточно нажать опредѣленную пуговку, чтобы желаемый экспериментъ произошелъ автоматически. Существо, одаренное совершенно иными чувствами, но обладающее достаточно развитыми физическими знаниями и способностями, могло бы въ такомъ музее опредѣлить уровень нашихъ знаній. Аппаратъ *Sommer'a* для анализа движеній при помощи трехъ кривыхъ показалъ бы ему, между прочимъ, что движеніе отъ нѣкотораго начальнаго положенія въ нашемъ представленіи опредѣляется тремя данными, т. е. что наше пространство имѣетъ три измѣренія.—Я стою при этомъ на точкѣ зрѣнія развитой недавно на этомъ же самомъ мѣстѣ *Hölder'омъ* ⁶³⁾, и считаю, какъ и днѣ, положеніе *Kant'a* объ апріорности представленій о пространствѣ и времени ненужнымъ.

Наоборотъ мы могли бы ориентироваться такъ же точно въ лабораторіи существъ, одаренныхъ другими чувствами. Допустимъ, что у нихъ не было бы чувства для непосредственнаго воспріятія свѣтовыхъ лучей, но зато они могли бы непосредственно ощущать инфракрасные тепловые лучи. Окна въ лабораторіи такого существа могли бы состоять изъ непрозрачныхъ для насъ пластинокъ изъ эбонита, его телескопы могли бы заключать чечевицы изъ эбонита. Опредѣленіе цѣлей его аппаратовъ потребовало бы — при достаточныхъ физическихъ познаніяхъ — меньше остроумія, чѣмъ это было необходимо для разбора клинообразныхъ надписей.

⁶³⁾ *Otto Hölder*, „Anschauung und Denken in der Geometrie“, akademische Antrittsvorlesung, gehalten am 22. Juli 1899; Leipzig, B. G. Teubner, 1900.

Итакъ, мы уже въ настоящее время въ состояніи стать независимыми отъ особенностей природы нашихъ чувствъ, и даже въ извѣстномъ смыслѣ можемъ представить себѣ, каковы должны были бы быть наши впечатлѣнія, если бы у насъ были другія чувства.

Нѣтъ нужды упоминать о томъ, что наши современные знанія о физическихъ соотношеніяхъ еще очень несовершенны, и именно главнымъ образомъ въ двухъ отношеніяхъ. Во-первыхъ, еще теперь—можно сказать ежедневно—находятъ новыя, своеобразныя соотношенія; во-вторыхъ, многіе указанія, которыя даютъ намъ наши чувства и аппараты, еще не приводятъ ни къ какимъ воспріятіямъ, т. е. наши теоріи еще не въ достаточной мѣрѣ общи. Старый опытъ учить насъ, что совершенство нашихъ знаній объ извѣстной группѣ явленій возрастаетъ, по мѣрѣ того какъ ея теоріи становятся болѣе общими.

Но методъ расширенія нашихъ чувствъ можно продолжить сколь угодно далеко. Если какое-нибудь явленіе не дѣйствуетъ ни непосредственно на наши чувства, ни на наши современные аппараты, служащіе расширеніемъ нашихъ чувствъ, то оно должно, все-таки, находиться въ какой-либо связи съ тѣми или другими явленіями, дѣйствующими на наши аппараты; иначе это явленіе безотносительное, не существующее для насъ. Рано или поздно оно станетъ для насъ замѣтнымъ, и это совершится тѣмъ легче, чѣмъ шире наша теорія; ибо тогда она предугадаетъ, какъ это уже въ настоящее время часто бываетъ, такія соотношенія, которыя еще непосредственно не наблюдались, и подтвержденіе которыхъ имѣетъ такую же вѣроятность, какъ открытіе Нептуна по вычисленію *Leverrier*.

Въ чемъ же заключается конечная цѣль такого развитія? Какова должна была бы быть теорія, которая удовлетворяла бы требованіямъ общности и наибольшей независимости отъ особенной природы нашихъ чувствъ, и въ то же время обнимала бы наиболѣе широкую группу явленій? Какова должна была бы быть въ этомъ случаѣ мельчайшая часть нашего теоретическаго кинематографа?

Можетъ быть для этой цѣли пригодна больше всего энергія, которая къ тому же въ состояніи дѣйствовать на всѣ наши чувства. Но она прежде всего не обща; мы различаемъ, между прочимъ, механическую, тепловую и свѣтовую энергіи; и вопросъ о эквивалентности различныхъ формъ энергіи и о преобразованіи одной изъ нихъ въ другую считаютъ бесплоднымъ, именно тѣ ученые, которые вмѣстѣ съ нашимъ коллегой *Ostwald* мы называемъ себя энергетистами.

Кромѣ того энергія не достаточно проста для того, чтобы быть самымъ общимъ элементомъ построенія; потому что въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ она опредѣляется minimum двумя сомножителями. И не смотря на это, понятіе—энергія—было бы не достаточно широкимъ для объясненія многихъ и именно простѣйшихъ физическихъ явленій, напр. явленій движенія въ узкомъ смыслѣ

этого слова, такъ какъ *энергіи не присуще направление*. А именно это обстоятельство даетъ энергіи преимущество въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣло идетъ не о частностяхъ явленія, а лишь объ общемъ его ходѣ, какъ это часто бываетъ при изученіи химическихъ явленій. Если бы въ общее ученіе объ энергіи были включены такіе вопросы, какъ связь между удѣльными теплотами газовъ и ихъ химическими свойствами, или связь между расширеніемъ спектральныхъ линій, температурой и атомнымъ вѣсомъ свѣтящихся паровъ ⁶⁴), то энергетика должна была бы заняться болѣе подробно изслѣдованіемъ распредѣленія энергіи. Въ ученіи о скорости одному и тому же тѣлу пришлось бы приписать различную „удѣльную энергію“, смотря по тому въ какомъ направленіи тѣло движется; такъ что направленіе опредѣлялось бы родомъ удѣльной энергіи. Возможно, что при такомъ расширеніи, сохраняя строгіе понятія и выводы, ученіе объ энергіи могло бы, точно такъ же какъ и механика, т. е. ученіе о движеніи, дать удовлетворительную теорію физическихъ явленій. Я думаю только, что тогда, т. е. при одинаковомъ объемѣ съ механикой, энергетика отличалась бы отъ нея только обозначеніями; а въ такомъ случаѣ обозначенія механики болѣе просты *).

Существуетъ еще одинъ родъ явленій, на которыя точно также реагируютъ всѣ чувства. Это—движеніе или перемѣна мѣста. Ни въ одномъ изъ органовъ чувствъ не можетъ возникнуть раздраженіе безъ того, чтобы не произошло сближеніе этого органа съ раздражителемъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ постоянное наблюденіе привело физиковъ къ выводу, что въ каждой точкѣ дѣйствуетъ именно то состояніе, которое въ ней имѣетъ мѣсто. Быть можетъ каждый непредубѣжденный человѣкъ, въ силу своего ежедневнаго опыта, найдетъ это само собою понятнымъ; но физика долгое время придерживалась какъ разъ противоположнаго воззрѣнія. Больше того, до сихъ поръ не удалось еще доказать, что всеобщее тяготѣніе не есть явленіе дальнодѣйствія. Но какъ справедливо говоритъ *Hertz* ⁶⁵), судя по закону ея дѣйствія,

⁶⁴) Это соотношеніе найдено *Michelson'омъ* и согласуется въ первомъ приближеніи съ принципомъ *Doppler'a* и кинетической теоріей газовъ. (*Phil. Mag.*, 5 Serie., томъ 24, p. 294, 1892).

^{*}) Вотъ что говоритъ по этому поводу *W. Ostwald* въ рецензіи настоящей рѣчи, помѣщенной въ „*Zeitschrift für physikalische Chemie*“ (XXXVI Bd., 3. Heft, 1901, S. 384): „..... слѣдуетъ упомянуть о томъ, что замѣчанія, сдѣланныя (въ рѣчи *Wiener'a*) по отношенію къ энергетикѣ, непонятны. Въ особенности, ни одинъ энергетикъ никогда не утверждалъ, будто бы энергіи вообще не присуще направленіе; напротивъ того кинетическая энергія обладаетъ всегда опредѣленнымъ направленіемъ, которое точно такъ же принадлежитъ къ ея признакамъ, какъ ея величина и форма проявленія. Это явствуетъ изъ того, что возможность обмѣна энергіи между двумя тѣлами, обладающими энергіей движенія, рѣшающимъ образомъ зависитъ отъ ихъ направленія“.

Примѣчаніе переводчика.

⁶⁵) *H. Hertz*, рѣчь читанная на сѣздѣ естествоиспытателей въ Гейдельбергѣ въ 1889 г. См. протоколы сѣзда, стр. 149. Напечатано также отдѣльнымъ изданіемъ: „*Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität*“, 10. u. 11. Auflage, Bonn, Emil Strauss, 1900. Русскій переводъ.

можно *предполагать*, что она представляет собой явленіе рас-пространенія дѣйствія отъ частицы къ частицѣ.

Опытъ построенія такой теоріи, которая стремится свести всѣ физическія явленія къ движенію однороднаго вещества, оставилъ намъ *Hertz* въ своей посмертной механикѣ ⁶⁶⁾. Согласно построенной въ ней системѣ, существующія движенія продолжаются по извѣстнымъ законамъ такъ, что при этомъ ихъ энергія не измѣняется. Въ этомъ отношеніи всѣ формы энергіи принимаются за однородныя. Но эта *Hertz'ова* механика не имѣетъ еще претензіи свести *уже въ настоящее время* всѣ физическія явленія въ частностяхъ къ явленію движенія; она только стремится показать возможность и отсутствіе внутренняго противорѣчія въ подобной идеѣ. Этимъ самымъ она ставитъ теоретической и опытной физикѣ много интересныхъ задачъ.

Одинъ изъ результатовъ этой теоріи безъ сомнѣнія имѣетъ право на самое широкое вниманіе. Эта механика даетъ возможность обходиться безъ силъ старой физики. Сила играетъ въ ней только роль математически строго опредѣленной вспомогательной величины. Но что же будетъ тогда съ вѣчной міровой загадкой ⁶⁷⁾ о силѣ, если силы въ томъ смыслѣ, какъ о ней говорить *du Bois-Reymond*, задавшій эту задачу, вообще не существуетъ?

Это должно послужить серьезнымъ предостереженіемъ для тѣхъ, кто желаетъ вознѣщать вѣчно неразрѣшимыя загадки. Такое заявленіе представляетъ собой попросту нескромность. Ибо, утверждая, что то или иное познаніе не можетъ быть доступно даже будущимъ поколѣніямъ, мы тѣмъ самымъ какъ бы оправдываемъ свое собственное невѣжество.

Очевидно слѣдующее: необходимо только придумать достаточно неясныя или противорѣчивыя понятія или даже указать негодный путь для рѣшенія нѣкоторой задачи, и вѣчная міровая загадка готова.

Къ загадкамъ, построеннымъ на неясныхъ и противорѣчивыхъ понятіяхъ, можно причислить седьмую міровую загадку *du Bois-Reymond'a* — о свободѣ воли. Что загадка исчезаетъ, когда скоро со словами связываются явленія и недвусмысленныя понятія, доказалъ, по моему мнѣнію, *Christian Wiener* въ своей рѣчи о свободѣ воли ⁶⁸⁾.

Къ загадкамъ съ бессодержательными понятіями можно отнести, на ряду съ вышеприведенной загадкой о сущности силы, еще загадку о причинѣ движенія, которую *du Bois-Reymond* назы-

⁶⁶⁾ См. прим. 60.

⁶⁷⁾ Первая изъ „семи міровыхъ загадокъ“ *Emil'a du Bois-Reymond'a*. Рѣчь, читанная 8-го Іюля 1880 года, издана вмѣстѣ съ „Ueber die Grenzen des Naturerkennens“, Veit & Comp., Leipzig. Русскій переводъ: Э. *ду-Буа-Реймонда*. „О границахъ познанія природы“. — „Семь міровыхъ загадокъ“. Москва, 1900.

⁶⁸⁾ *Christian Wiener*, „Die Freiheit des Willens“, L. Brill, Darmstadt, 1894

ваетъ второю міровой загадкой, и которую онъ установилъ только при помощи произвольнаго допущенія, что законъ сохраненія энергіи въ прошломъ въ нѣкоторый моментъ *не имѣлъ мѣста*.

Отъ указанія для рѣшенія вопроса пути, непригоднаго для этой цѣли, возникаетъ пятая міровая загадка *du Bois-Reymond'a*, именно загадка о возникновеніи простѣйшаго ощущенія или о возникновеніи сознанія. *Du Bois-Reymond* требуетъ, чтобы это было объяснено механически, т. е. при помощи движенія, и показываетъ, что такое рѣшеніе невозможно. Это требованіе подобно, напримѣръ, требованію непосредственно объяснить то вліяніе, которое оказываютъ другъ на друга два бесѣдующихъ лица, законамъ акустики, или вліяніе телеграфной сѣти на развитіе народа—законами электричества. Очевидно, что всякое явленіе можно объяснить только болѣе простыми явленіями того же рода: сложныя движенія—простыми движеніями, сложныя ощущенія—простыми ощущеніями. „Объяснить“ значитъ что-либо неясное, непрозрачное сдѣлать яснымъ, прозрачнымъ,—что-либо запутанное разложить на простѣйшія составныя части. Существуютъ явленія, которыя, подобно сознанію, могутъ быть разсматриваемы съ двухъ точекъ зрѣнія,—которыя такимъ образомъ имѣютъ двѣ формы проявленія. Можно ли требовать, чтобы одна изъ этихъ формъ была объяснена на основаніи элементовъ проявленія другой формы? Мы вправѣ смотрѣть на параллелизмъ между тѣлеснымъ и духовнымъ міромъ, какъ на проявленіе нѣкотораго единственнаго явленія, разсматриваемаго нами съ двухъ различныхъ сторонъ: извнѣ и изнутри—воззрѣніе, котораго придерживались, между прочимъ, *Cunoza* (*Ethik*), *Fechner*⁶⁹), *Wundt*⁷⁰), *Mach*⁷¹). Образцомъ для изслѣдованій, необходимыхъ при изученіи этихъ явленій, служить попытка *Helmholtz'a* объяснить зависимость гармоніи тоновъ отъ того, насколько просты отношенія между числами ихъ колебаній. Это изслѣдованіе изучаютъ обѣ стороны явленія: внѣшнюю—физическую и внутреннюю—психологическую. Цитированное выше сочиненіе *Mach'a* даетъ цѣлый рядъ интересныхъ разсужденій на подобныя темы. Самое большое, что можетъ дать психологическое объясненіе, это сведеніе запутанныхъ ощущеній къ возможно болѣе простымъ, рефлекторнымъ ощущеніямъ, которыя, если представить ихъ себѣ отдѣленными одно отъ другого, составляютъ переходъ къ безсознательнымъ явленіямъ. Если *du Bois-Reymond* подѣ простѣйшимъ ощущеніемъ, подлежащимъ объясненію, понимаетъ сознательное ощущеніе, то для него это уже не есть простѣйшая составная часть ощущенія, такъ какъ сознаніе предполагаетъ уже очень сложныя ощущенія; а каждое

⁶⁹) *T. Fechner*, „Elemente der Psychophysik“, Bd. I, S. 5.

⁷⁰) *W. Wundt*, „Grundzüge der physiologischen Psychologie“, Leipzig, Verl. von W. Engelmann, 1. Aufl. 1874, 4. Aufl. 1893, 2. Bd., S. 648.

⁷¹) *E. Mach*, „Beiträge zur Analyse der Empfindungen“, цитировано въ прим. 61). Здѣсь, на стр. 13, *Mach* говоритъ: „Не объектъ, а направленіе изслѣдованія различны въ обѣихъ областяхъ“.

ощущеніе объяснимо, т. е. можетъ быть сведено на самыя простыя составныя части ощущенія. Если же онъ желаетъ понимать подъ этимъ самыя простыя составныя части ощущенія, то согласно опредѣленію понятія—простѣйшій—онъ не разложимъ далѣе психологически; только условія ихъ возникновенія подлежатъ еще вышнему изученію, т. е. физико-физиологическому объясненію.

Тотъ фактъ, что психическій самоанализъ намъ не легко дается, зависитъ, какъ говоритъ *Helmholtz*, отъ того, что эта способность имѣетъ мало значенія въ борьбѣ за существованіе. Получить ли эта способность при дальнѣйшемъ развитіи большее значеніе? Можетъ быть за дальнѣйшее развитіе этой способности говорить, согласно основному закону біогенезиса, тотъ фактъ, что она проявляется у ребенка въ значительно меньшей степени, чѣмъ у взрослого. Ребенокъ часто не въ состояніи указать причину неудовольствія или боли тамъ, гдѣ для взрослого это не представляетъ ни малѣйшаго затрудненія. Какъ бы то ни было мы не имѣемъ и здѣсь никакого права возвѣщать „границу познанія (*Ignorabimus*)“, которая можетъ послужить первою ступенію для перехода въ область непослѣдовательнаго, произвольнаго и мистическаго.

Точно такъ же и въ физикѣ при построеніи каждой теоріи должны оказаться составныя элементы, которые не требуютъ дальнѣйшаго опредѣленія въ томъ смыслѣ, какъ мы понимаемъ это слово. Допустимъ, что все физическія явленія удалось бы вывести изъ основнаго закона *Hertz'a*; допустимъ даже, что это былъ бы не законъ *Hertz'a*, а какое-либо иное, подобное ему положеніе, выбранное болѣе удачно, свободное отъ тѣхъ недостатковъ, которые составляютъ слабыя мѣста въ системѣ *Hertz'a*. Въ такомъ случаѣ вопросъ о дальнѣйшемъ объясненіи этого закона лишентъ содержанія. Если бы его можно было вывести изъ иного исходнаго закона, то съ такимъ же правомъ можно было бы вновь потребовать объясненія и этого послѣдняго. Такое требованіе находится въ противорѣчій съ самымъ понятіемъ, которое выражается словомъ „объясненіе“. Если бы намъ удалось построить такую систему, то мы могли бы только сказать, что физическія явленія происходятъ согласно закону, лежащему въ основѣ этой системы.

Подобнаго рода рассужденія заставили *Kirchhoff'a* замѣнить слово „объясненіе“ словомъ „описаніе“. Но это противорѣчитъ обыденной рѣчи, въ которой подъ описаніемъ понимаютъ только вышнюю передачу извѣстной группы явленій совершенно отличную отъ „объясненія“, дающаго простѣйшій ключъ къ ея уразумѣнію. Такъ напримѣръ, въ обыденной рѣчи° подъ описаніемъ движенія небесныхъ планетъ—возможно простымъ и совершеннымъ—мы понимаемъ совокупность данныхъ, по которымъ въ каждый моментъ было бы возможно указать положеніе каждой планеты относительно даннаго мѣста земли. Простота этого описанія должна была бы заключаться въ возможно болѣе удобномъ распредѣленіи данныхъ, будь то въ формѣ таблицъ или графиче-

скаго изображенія. Но подъ „описаніемъ“ движенія планетъ, въ обыкновенномъ значеніи этого слова, мы ни въ коемъ случаѣ не разумѣли бы указанія на тотъ фактъ, что это движеніе подчиняется закону *Ньютона*; въ дѣйствительности отъ объясненія лежитъ еще далекій и трудный путь до описанія явленія. Поэтому я, вмѣстѣ съ *Hölder'омъ* ⁷²⁾, считаю терминологию *Kirchhoff'a* нецѣлесообразной. Слѣдствіемъ ея было то, что въ послѣднее время иногда слово „описание“ употребляется въ его первоначальномъ смыслѣ— для обозначенія внѣшней передачи группы явленій—, и въ то же время, какъ будто бы, имѣетъ претензію на другое значеніе, данное ему *Kirchhoff'омъ*. Эти соображенія ни въ коемъ случаѣ не умаляютъ значенія самой идеи, которая была *Kirchhoff'омъ* при этомъ высказана. Возможно даже, что его мысль не оказала бы столь сильнаго вліянія, если бы она не была выражена въ такой рѣзкой формѣ по отношенію къ обыденной рѣчи.

* * *

Да будетъ мнѣ позволено въ заключеніе бросить бѣглый взглядъ на технику и жизнь съ принятой мною точки зрѣнія.

Когда физикъ предпринимаетъ новое изслѣдованіе, то онъ, большею частью, самъ налаживаетъ свой аппаратъ и, по окончаніи работы, снова его разбираетъ. Это и понятно: для того чтобы аппаратъ стоило сохранять, онъ долженъ обладать извѣстною степенью совершенства, особенными качествами, которыя давали бы возможность готовить его въ большомъ количествѣ экземпляровъ. Но это очень трудная задача. Поэтому слѣдуетъ относиться съ особенной благодарностью къ тѣмъ, кто несетъ трудъ на пользу общества, получающаго при построеніи каждаго такого новаго аппарата новое чувство.

Тамъ, гдѣ научный умъ соединяется съ искусствомъ техники, мы получаемъ особенно плодотворные результаты. Напомню совместную работу физика *Werner'a Siemens'a* съ механикомъ *Johann'омъ Halske* въ области электричества *); въ области оптики совместную работу физика *Ernst'a Abbe* съ оптикомъ и механикомъ *Carl'омъ Zeiss'омъ*, въ результатъ которой, по смерти *Zeiss'a*, возникъ созданный *Abbe* „*Цейссовскій Институтъ*“ ⁷³⁾; это первоклассное научно-техническое учрежденіе имѣетъ значеніе не

⁷²⁾ См. сочиненіе, цитированное въ прим. 63; S. 71.

*) Фирма *Siemens & Halske* сыграла важную культурную роль въ дѣлѣ распространенія въ Германіи, Россіи и др. странахъ телеграфа (основана въ 1847 г.). *Werner von Siemens* (1816—92) извѣстенъ также своею научно-дѣятельностью и изобрѣтеніемъ многихъ физическихъ инструментовъ (въ области электричества). *J. G. Halske* (1814—1890) — механикъ; до 1867 года — владѣтель, вмѣстѣ съ *Siemens'омъ*, фирмы *Siemens & Halske*.

Примѣчаніе переводчика.

⁷³⁾ Основанное въ 1889 году, это учрежденіе получило по инициативѣ *Abbe* въ 1896 году въ высшей степени интересный уставъ, регулирующий кругъ его дѣятельность и цѣли.

только для научнаго прогресса, но и для развитія основъ чистаго соціальнаго чувства *).

Точно также дѣлу расширенія нашихъ чувствъ, съ моей точки зрѣнія, способствуютъ наши естественно-научные институты, во главѣ которыхъ стоитъ „Физико-Техническая Государственная Палата“ (*Die physikalisch-technische Reichsanstalt*) въ Шарлоттенбургѣ (близъ Берлина) **); онѣ основана при участіи *Werner'a Siemens'a*, во главѣ ея стоялъ сначала *Helmholtz*, а теперь—*Friedrich Kohlrausch*.

Но эти институты конечно нуждаются въ большихъ средствахъ; эти искусственно-утонченные чувства обходятся дорого.

Въ послѣднихъ своихъ разсужденіяхъ я коснулся вопроса о взаимодействіи между наукой и техникой—, между расширеніемъ органовъ чувствъ и расширеніемъ размѣровъ нашихъ членовъ. Успѣхъ въ одной изъ этихъ областей обуславливаетъ развитіе другой, какъ уже было высказано *Herbert'омъ Spencer'омъ* ⁷⁴⁾.

Недавно, послѣ открытія Рентгеновскихъ лучей, мы опять видѣли поразительный примѣръ того, какъ плодотворно успѣхъ науки дѣйствуетъ на технику и какъ улучшенные техникой аппараты, въ свою очередь, идутъ на пользу наукѣ.

При этомъ невольно у каждаго возникаетъ идея о томъ, какъ скоро можетъ пойти такое развитіе, которое, подобно химическимъ реакціямъ, совершается взрывами.

Сравненіе это и на самомъ дѣлѣ не совсѣмъ поверхностно. Всякая реакція происходитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше частичекъ можетъ соединиться. Если отъ соединенія нѣсколькихъ частицъ устанавливается состояніе, ускоряющее соединеніе другихъ частицъ, на примѣръ сильное повышение температуры, то получается взрывъ.

Пока число изслѣдователей было не велико, пока методы естествознанія были еще не богаты,—развитіе науки медленно подвигалось впередъ. Нынѣ число изслѣдователей велико, они разбѣганы по всему земному шару; поэтому каждое открытіе обуславливаетъ собою состояніе, долженствующее ускорить дальнѣйшее движеніе науки. Каждое открытіе доставляетъ новыя опорныя точки, даетъ часто средство для техническаго примѣненія научныхъ идей; въ зависимости отъ этого въ технику является потребность въ новыхъ силахъ. Трудами ученыхъ достигаются, въ свою очередь, болѣе быстрые успѣхи науки; такимъ образомъ получается картина развитія, которая, по сравненію съ продолжительностью геологическихъ періодовъ, можетъ быть уподоблена ряду взрывовъ.

*) Цейссовскій Институтъ—это фабрика оптическихъ инструментовъ, главнымъ образомъ микроскоповъ. Какъ ученые чиновники, такъ и рабочіе являются ея владѣльцами и получаютъ по опредѣленному въ статутахъ порядку дивидендъ. Чистый доходъ идетъ въ пользу науки, въ частности Іенскаго Университета.

Примѣчаніе переводчика.

**) Это учрежденіе соответствуетъ нашей русской „Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ“ въ С.-Петербургѣ.

Примѣчаніе переводчика.

⁷⁴⁾ Въ мѣстѣ, упомянутомъ выше въ примѣчаніи 3-ьемъ.

РѢЧЬ,

произнесенная профессоромъ А. В. Васильевымъ въ торжественномъ засѣданіи Казанскаго Физико-Математическаго Общества

22-го Октября 1900 года. *)

М. Т.!

Сегодня мы собрались для вторичнаго присужденія премии имени Н. И. Лобачевского, присуждаемой черезъ три года. Мы премируемъ сегодня конечно не такіе труды, какъ составляющіе эпоху въ развитіи современной математики труды Софуса Ли по теоріи преобразованій, премированные три года тому назадъ, но тѣ два сочиненія, которыя, какъ Вы уже знаете изъ доклада Коммисіи, она сочла одинаково достойными преміи имени великаго геометра, свидѣтельствуютъ о томъ интересѣ, съ которымъ ученые всѣхъ странъ изучаютъ ту вѣтвь знаній, которой положено начало Лобачевскимъ.

Одно изъ этихъ сочиненій—то, которому по жребію выпало получить самую премию—представляетъ систематическое изложеніе изслѣдованій по неевклидовой геометріи, „наиболѣе полное изъ всѣхъ появившихся до настоящаго времени“, по справедливому замѣчанію почтеннаго референта проф. Энгеля. Сочиненіе проф. Киллинга: „Einführung in die Grundlagen der Geometrie“—даетъ возможность познакомиться, не прибѣгая къ первоисточникамъ, и съ основаніями неевклидовой геометріи и съ отношеніемъ неевклидовой геометріи къ проэктивной и съ теоріею пространствъ многихъ измѣреній и съ приложеніями теоріи преобразованій; при этомъ сочиненіе Killing'a является и завершеніемъ продолжительныхъ самостоятельныхъ работъ автора по неевклидовой геометріи, относившихся главнымъ образомъ къ тѣмъ ин-

*) Въ № 291 на стр. 66 мы сообщили о второмъ присужденіи премии имени Н. И. Лобачевского, состоявшемся 22 Октября 1900 г. Однако печатный отчетъ коммисіи, которой было поручено Казанскимъ Физико-Математическимъ Обществомъ разборъ присланныхъ сочиненій, вышелъ лишь недавно. Изъ этого отчета мы узнаемъ, что коммисія признала равно достойными преміи книгу профессора Killing'a, которая—какъ мы сообщили своевременно—и удостоена этой преміи, и книгу профессора Кембриджскаго университета А. Whitehead'a. „A treatise of universal Algebra with applications“. („Универсальная Алгебра и ея приложенія“) къ отчету приложены отзывы референтовъ о присланныхъ работахъ. Въ рѣчи, произнесенной при присужденіи преміи на торжественномъ засѣданіи Казанскаго Физико-Математическаго Общества председателемъ Общества и Коммисіи профессоромъ А. В. Васильевымъ охарактеризованы премированные работы, указано ихъ значеніе и приведены важнѣйшія новыя сочиненія, относящіяся къ вопросу объ основаніяхъ геометріи. Съ любезнаго разрѣшенія проф. А. В. Васильева мы перепечатаемъ здѣсь эту рѣчь. *Ред.*

интереснымъ пространственнымъ формамъ, на существованіе которыхъ впервые указалъ Клиффордъ и которыя Киллингъ предложилъ называть Клиффордъ-Клейновскими пространственными формами. Работы проф. Киллинга начались еще въ 1881 г.; въ 1885 г. онъ издалъ большое самостоятельное сочиненіе, посвященное неевклидовымъ пространственнымъ формамъ, и въ разное время имъ написано большое число мемуаровъ, посвященныхъ механикѣ въ неевклидовыхъ пространственныхъ формахъ, теоріи преобразованій и т. п. Премируемое нынѣ сочиненіе является до нѣкоторой степени завершеніемъ самостоятельныхъ работъ автора.

Другое сочиненіе, признанное комиссіею имѣющимъ равное съ сочиненіемъ Киллинга право на премію имени Н. И. Лобачевского, сочиненіе англійскаго математика Уайтхеда: „Universal Algebra“—даетъ систематическое изложеніе изслѣдованій знаменитаго нѣмецкаго математика Грассмана и ихъ приложений къ неевклидовой геометріи, и потому будетъ имѣть весьма важное значеніе для развитія методовъ Грассмана. Судьба научныхъ изслѣдованій Грассмана и его жизненная карьера представляетъ много сходства съ судьбою и жизнью нашего Лобачевского. Подобно Лобачевскому Грассманъ всю жизнь (1809 — 1877) провелъ въ небольшомъ провинціальномъ городѣ, вдали отъ умственныхъ центровъ Германіи; здѣсь въ тиши и уединеніи онъ съ упорствомъ и настойчивостью разрабатывалъ свои идеи о новой математической наукѣ, которая должна составлять абстрактное основаніе всей геометріи и которой онъ придалъ названіе „Ausdehnungslehre“. Подобно Лобачевскому Грассманъ всю жизнь долженъ былъ испытывать горечь непризнанія другими учеными значенія и важности его идей. Въ 1844 г. онъ издалъ свое сочиненіе „Ausdehnungslehre“, въ которомъ его методъ былъ изложенъ въ достаточной полнотѣ и систематичности. Но несмотря на то, что это сочиненіе было написано на языкѣ, доступномъ большинству математиковъ Европы, его постигла та-же судьба, какъ и сочиненія Лобачевского. Современные Грассману великіе геометры—Гауссъ и Мёбиусъ—относились съ большимъ интересомъ къ его книгѣ, но въ то-же время ихъ оттолкнула ея „философская общность“; спустя восемь лѣтъ послѣ появленія книги Грассмана, извѣстенъ былъ только одинъ математикъ, прочитавшій всю книгу сполна. Та-же участь постигла и другое сочиненіе, изданное Грассманомъ въ 1862 г., въ которомъ онъ изложилъ свою систему въ иной формѣ, подобно тому какъ Лобачевскій сдѣлалъ это для своей системы въ своей „Pangéométrie“. Тогда Грассманъ оставилъ свои математическія изслѣдованія и, несмотря на свой пятидесяти-трехлѣтній возрастъ, съ жаромъ юности принялся изучать новую область знанія — филологію, и достигъ замѣчательныхъ успѣховъ въ изученіи Ригведы. Но Грассманъ былъ и счастливѣе Лобачевского; доживъ до 68 лѣтъ, онъ могъ, уже на закатѣ своихъ дней, видѣть, что его идеи получаютъ и примѣненіе и признаніе. Еще за десять лѣтъ до его

смерти въ 1867 г. появилась небольшая, но изящно написанная книга Г. Ганкеля: „Теорія системъ комплексныхъ чиселъ“, въ которой идеи Грассмана были изложены съ большою ясностью. Около того-же времени Викторъ Шлегель начинаетъ свою плодотворную дѣятельность, посвященную разработкѣ и популяризаціи идей Грассмана.

Въ чемъ заключается заслуга Грассмана? Она, прежде всего, именно въ той „филосовской общности“, которая оттолкнула отъ сочиненія Грассмана чистыхъ геометровъ, какъ Мёбіуса, и даже такой широкой умъ, какъ Гаусса. На первой-же страницѣ „Ausdehnungslehre“ Грассманъ разсматриваетъ математику, не какъ ученіе о величинахъ, но какъ болѣе общее ученіе о формахъ. Она изучаетъ или прерывную форму—цѣлое число—или непрерывную форму—собственно величину. Наука о прерывной формѣ состоитъ изъ двухъ отдѣловъ: ученія о числахъ и ученія о комбинаціяхъ. Непрерывная форма можетъ быть двухъ родовъ: или насъ интересуетъ въ непрерывной величинѣ исключительно одинъ ея элементъ—напряженность; таковы масса, температура и другія величины, зависящія только отъ одной единицы (скалярныя величины у англійскихъ авторовъ). Но мы можемъ ввести въ математику величины, зависящія отъ нѣсколькихъ единицъ, изучать системы чиселъ (пары, тройки) или комплексныя числа со многими единицами. Такія экстензивныя величины приходится разсматривать въ геометріи и механикѣ: векторъ опредѣленной длины и опредѣленнаго направленія, матеріальную точку опредѣленнаго положенія и опредѣленной массы и т. п. Обобщить понятіе о величинѣ и операціяхъ надъ величинами до такой степени, чтобы мы могли подвести подъ понятіе о величинѣ векторы, массовыя точки и т. п.—въ этомъ и заключается основная идея „Ausdehnungslehre“ Грассмана. Такую величину онъ называетъ „Ausdehnungsgrösse“. Созданное имъ ученіе есть ученіе болѣе общее, чѣмъ обыкновенная алгебра, включая въ нее и алгебру комплексныхъ чиселъ вида $a + bi$. Въ немъ разсматриваются, какъ и въ алгебрѣ, двѣ операціи: сложеніе и умноженіе; но законы умноженія болѣе общи, чѣмъ законы умноженія въ обыкновенной алгебрѣ. Это болѣе общее ученіе и достигаетъ той цѣли, которую поставилъ себѣ Грассманъ: оно есть вѣтъ чистой математики, абстрактная наука, соотвѣтствующая геометріи и механикѣ. Грассманъ имѣлъ предшественника въ Мёбіусѣ, авторѣ „барицентрическаго исчисленія“, и одновременно съ Грассманомъ Гамильтонъ въ Англіи развивалъ теорію кватерніоновъ. Но никто изъ нихъ не дошелъ до той общности, съ которою Грассманъ излагалъ свое ученіе. Между тѣмъ какъ Гамильтонъ и Мёбіусъ изобрѣтали символы для представленія соотношеній геометріи трехъ измѣреній и механики, Грассманъ является болѣе чѣмъ кто-либо создателемъ теоріи пространствъ многихъ измѣреній. Разсматривая вопросы съ большою общностью, онъ въ то-же время далъ много весьма важныхъ приложений къ геометріи и механикѣ съ одной стороны, къ теоріи смѣшенія цвѣтовъ съ дру-

гой. Гельмгольцъ въ своей „*Physiologische Optik*“ приводитъ изслѣдованія Грассмана по этому послѣднему вопросу.

Сочиненіе Уайтхеда посвящено изложенію методовъ и идей Грассмана въ приложеніи къ неевклидовой геометріи; о томъ, какъ выполнена Уайтхедомъ эта поставленная себѣ цѣль, Вы узнаете изъ реферата проф. Болля. Прибавимъ, что сочиненіе Уайтхеда представляетъ только первый томъ задуманнаго имъ большого сочиненія, второй томъ котораго будетъ посвященъ теоріи кватерніоновъ Гамильтона и другимъ способамъ изложенія алгебры векторовъ, даннымъ Gibbs'омъ, Макфарланомъ, Heaviside и др.; тамъ же будетъ изложена и теорія бикватерніоновъ Клиффорда, изученная А. П. Котельниковымъ въ его сочиненіяхъ.

Изъ сказаннаго видно, какъ неевклидова геометрія входитъ въ болѣе и болѣе тѣсное соотношеніе съ различными областями математическаго знанія. Въ премириванныхъ три года тому назадъ работахъ Софуса Ли, равно какъ и въ премируемомъ нынѣ сочиненіи Киллинга, неевклидова геометрія поставлена въ тѣсную зависимость съ теоріею преобразованій; въ сочиненіи Уайтхеда на помощь неевклидовой геометріи приходятъ широкія по общности идеи Грассмана.

Но не одними премируемыми сочиненіями исчерпывается конечно движеніе науки въ области неевклидовой геометріи за послѣдніе годы. Въ 1899 г. появилось классическое сочиненіе Гильберта „*Grundlagen der Geometrie*“, въ которомъ вопросъ объ аксіомахъ геометріи получилъ замѣчательное рѣшеніе и о которомъ я имѣлъ уже случай говорить Обществу.

Одинъ изъ нашихъ референтовъ, проф. Лейпцигскаго университета, Фр. Энгель, извѣстный своими трудами по разработкѣ теоріи преобразованій и изложенію теорій Ли („*Theorie der Transformationsgruppen*“, третій томъ которой премированъ былъ три года тому назадъ, есть одинъ изъ такихъ трудовъ проф. Engel'я), издалъ въ 1899 г. большой томъ, содержащій переводъ на нѣмецкій языкъ двухъ сочиненій Лобачевского, въ первый разъ появляющихся на языкѣ доступномъ большинству математиковъ („О началахъ геометріи“ и „Новыя начала геометріи“), съ обширными комментаріями, значительно облегчающими пониманіе этихъ работъ. Къ сочиненію приложена прекрасная біографія Н. И. Лобачевского. Нѣтъ необходимости настаивать на томъ значеніи, которое имѣетъ и для исторіи неевклидовой геометріи этотъ трудъ проф. Энгеля, равно какъ изданное имъ ранѣе, совместно съ проф. Штекелемъ, сочиненіе: „*Theorie der Parallellinien*“.

Большое значеніе имѣетъ также только-что вышедшій 8-ой томъ сочиненій Гаусса, въ которомъ проф. Штекель тщательно собралъ всѣ отзывы Гаусса о неевклидовой геометріи и всѣ дошедшіе до насъ отрывки его работъ по основаніямъ геометріи.

На ряду съ математическою и историческою разработкою неевклидовой геометріи и вообще вопроса объ основаніяхъ геометріи, идетъ и философская разработка того же вопроса. Для

насъ, какъ математиковъ, всего интереснѣе тѣ идеи, которыя высказываются Пуанкаре. Его идеи, изложенныя особенно подробно въ журналѣ *Monist* за 1898 г. (въ статьѣ: „On the foundations of geometry“), составляютъ развитіе и приложение къ учению о пространствѣ общихъ началъ той научной философіи, которой часто придается названіе эмпириокритицизма. На вѣчный вопросъ — „что есть истина?“ — это философское направленіе отвѣчаетъ признаніемъ невозможности достигнуть точнаго объясненія явленій, въ замѣну котораго наука даетъ систему символовъ, изображающихъ явленія міра. Та система символовъ истинна, которая болѣе удобна. Такъ по взглядамъ Пуанкаре система аксіомъ Евклида есть только наиболѣе удобная для изученія явленій перемѣщенія. Другое важное философское сочиненіе, появившееся въ послѣднее время по вопросу объ основаніяхъ геометріи, сочиненіе Russel'я, стоитъ напротивъ на точкѣ зрѣнія Канта; и интересная полемика между Русселемъ и Пуанкаре ¹⁾ представляетъ весьма большой интересъ для философіи математики. Отмѣчу работы нѣкоторыхъ другихъ французскихъ математиковъ-философовъ Lechalas, Calinon и др. Вліяніе неевклидовой геометріи на пробужденіе вниманія къ вопросамъ философіи математики отразилось, между прочимъ, и на конгрессѣ философіи, имѣвшемъ мѣсто въ Парижѣ непосредственно передъ математическимъ конгрессомъ. Кромѣ нѣсколькихъ сообщений, посвященныхъ вопросамъ философіи пространства ²⁾, сообщеніе Пуанкаре объ основныхъ началахъ механики было приложеніемъ къ вопросу объ основаніяхъ механики тѣхъ взглядовъ на сущность нашего познанія, которые были выработаны имъ по поводу неевклидовой геометріи.

Такъ развивается разработка неевклидовой геометріи и расширяется ея вліяніе. Пожелаемъ, чтобы премія Лобачевского могла всегда справедливо и своевременно отмѣчать важнѣйшіе успѣхи въ той области знанія, которая неразрывно связана съ именемъ нашего великаго ученаго.

ОПЫТЫ И ПРИБОРЫ.

Нѣсколько лекціонныхъ опытовъ по теплотѣ. *)

Основной приборъ въ курсѣ теплоты — это термометръ. Чтобы построить чувствительный термометръ, позволяющій слѣ-

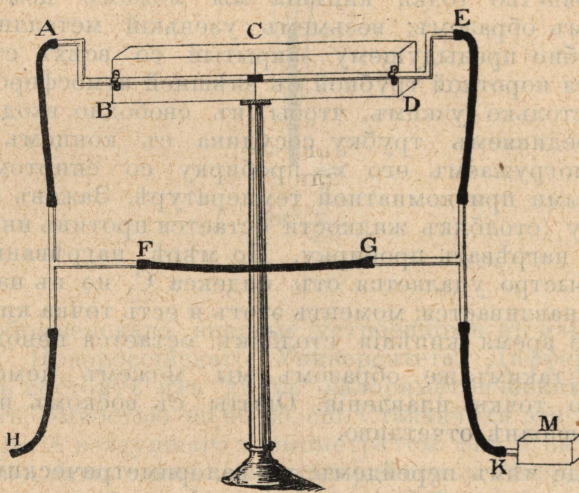
¹⁾ *Revue de metaphysique et de morale.*

²⁾ *Lechalas.*

*) Въ № 301 мы уже привели одинъ изъ опытовъ, демонстрированныхъ проф. Пильчиковымъ при изложеніи курса теплоты въ весеннемъ полугодіи 1901 г. Въ настоящее время, изготовивъ соответствующіе чертежи, мы имѣемъ возможность помѣстить присланное намъ г. Оболенскимъ описаніе нѣкоторыхъ другихъ опытовъ и приборовъ, демонстрированныхъ въ теченіе того же курса. Опыты эти заслуживаютъ тѣмъ большаго вниманія, что они могутъ быть воспроизведены въ любой средней школѣ и очень удобны для демонстраціи многихъ важныхъ явленій, излагаемыхъ въ курсѣ теплоты, передъ большимъ классомъ или аудиторіей. *Ред.*

доть за измѣненіями температуры съ большихъ разстояній, очень удобно пользоваться воздушнымъ термометра. Описываемый приборъ состоитъ изъ изогнутой стеклянной трубки АЕ, въ которую вливается короткій столбикъ ярко окрашенной жидкости (см. фиг. 1). На концы—А и Е—трубки надѣты каучуки, сообщающіеся между собой третьимъ каучукомъ FG, который въ случаѣ надобности можно зажимать, и такимъ образомъ изолировать двѣ первыя каучуковыя трубки—АН и ЕК—одну отъ другой.

Въ нашемъ лекціонномъ термометрѣ заслуживаетъ вниманія слѣдующая деталь: узкій, открытый съ одной стороны ящикъ BD прикрѣплялся горизонтально къ вертикальному штативу (см. фиг. 1), такъ, что открытая сторона находилась спереди (т. е. была обращена къ аудиторіи) и была затянута парафинированной бумагой; къ этому ящику прикрѣплялась наша трубка. Внутри ящика помѣщались четыре небольшія электрическія лампочки, ярко освѣщавшія трубку и столбикъ жидкости.



Фиг. 1.

Опишемъ нѣкоторые опыты съ этимъ термометромъ.

Возьмемъ плоскій посеребренный резервуаръ М, закрытый со всѣхъ сторонъ и сообщающійся съ внешней атмосферой помощью тонкой трубки. Соединимъ конецъ этой трубки со свободнымъ концомъ К одной изъ каучуковыхъ трубокъ. На одну изъ граней сосуда нальемъ немного сѣраго ээиру или бензину по возможности комнатной температуры. Послѣ этого заждемъ соеди-

нительную трубку FG; столбикъ жидкости стоитъ противъ индекса С; но стоитъ только нѣсколько разъ махнуть рукой надъ жидкостью, чтобы ускорить испареніе ея, какъ столбикъ жидкости перемѣщается, указывая на сжатіе и, слѣдовательно, охлажденіе воздуха въ резервуарѣ. Этимъ опытомъ наглядно демонстрируется охлажденіе, сопровождающее испареніе.

Разжимаемъ соединительную вѣтвь FG, вытираемъ сосудъ и обождемъ, пока температура его не сравняется съ комнатной, что происходитъ очень быстро, а затѣмъ наливаемъ на стѣнку сосуда нѣсколько капель воды, насыпаемъ немного какой-нибудь соли, напр. Na_2SO_4 , но такъ, чтобы вода и соль не смѣшивались. Зажимаемъ снова соединительную вѣтвь. Стеклою палочкой перемѣшиваемъ воду съ солью; начинается раствореніе сѣрно-кислаго натра, сопровождающееся передвиженіемъ столбика жидкости въ направленіи, указывающемъ на охлажденіе воздуха въ резервуарѣ. Продѣлывая совершенно тѣ же операціи, замѣнивъ только соль какою-нибудь крѣпкой кислотой, по передвиженію столбика мы заключаемъ о нагрѣваніи кислоты при разжиженіи.

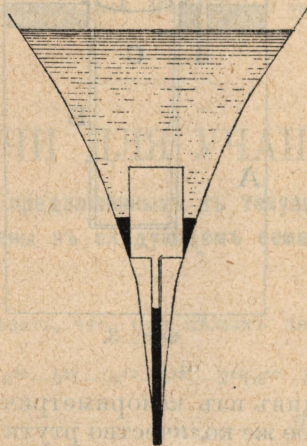
Постоянство точки кипѣнія мы можемъ демонстрировать слѣдующимъ образомъ: возьмемъ узенькій металлическій сосудикъ, подобно предыдущему закрытый со всѣхъ сторонъ и сообщайщійся короткой трубкой съ внѣшней атмосферой. Сосудикъ беремъ настолько узкимъ, чтобы онъ свободно входилъ въ пробирку. Соединяемъ трубку сосуда съ концомъ каучуковой трубки и погружаемъ его въ пробирку со спиртомъ или эфиромъ, взятыми при комнатной температурѣ. Зажавъ соединительную трубку (столбикъ жидкости остается противъ индекса С), мы начинаемъ нагрѣвать пробирку. По мѣрѣ нагрѣванія жидкости, столбикъ быстро удаляется отъ индекса С, но въ извѣстный моментъ останавливается; моментъ этотъ и есть точка кипѣнія жидкости. Во все время кипѣнія столбикъ остается неподвижнымъ.

Точно такимъ же образомъ мы можемъ демонстрировать постоянство точки плавленія. Опыты съ воскомъ и стеариномъ проходили вполне отчетливо.

Прежде чѣмъ перейдемъ къ калориметрическимъ опытамъ остановимся на заимствованномъ опытѣ, доказывающемъ не теплопроводность воды. Необходимый для этого приборъ былъ устроенъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 2): коротенькій, но довольно широкій полый металлическій цилиндръ былъ опущенъ въ обыкновенную воронку вверхъ дномъ; окружность его нижняго основанія плотно прилегалъ къ стѣнкамъ воронки и была залита аркансономъ (или парафиномъ). Въ воронку наливалась почти до краевъ вода, а поверхъ воды нѣсколько капель бензина. Трубка, идущая отъ цилиндрика соединялась съ каучуковой трубкой нашего термометра (см. фиг. 1), соединительная вѣтвь FG зажималась, причемъ столбикъ жидкости оставался противъ индекса С. Затѣмъ зажигали бензинъ, налитый въ воронку; хотя верхніе слои воды

и нагрѣвались, однако столбикъ жидкости оставался совершенно неподвижнымъ. Если же размѣшать палочкой воду воронки, то столбикъ быстро уходилъ въ сторону.

Калориметрическіе опыты производились съ нѣскольکو видоизмѣненными калориметрами Н. А. Гезехуса *) и В. В. Преображенскаго. Остановимся подробно на дифференціальномъ калори-

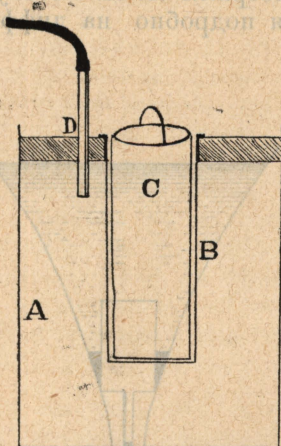


Фиг. 2.

метрѣ Преображенскаго, впервые устроенномъ въ измѣрительной лабораторіи Новороссійскаго Университета. Дифференціальный калориметръ состоитъ изъ двухъ калориметрическихъ мѣдныхъ стаканчиковъ, емкостью по 60 кб. см. Стаканчики эти вставляются въ резервуары А воздушнаго термометра (см. фиг. 3; на фиг. изображень, понятно, лишь одинъ такой калориметръ). Резервуары устроены слѣдующимъ образомъ: къ стеклянной банкѣ была плотно придѣлана деревянная крышка, въ которой было продѣлано два отверстія: въ одно изъ нихъ D, болѣе узкое и продѣланное сбоку вставлялась коротенькая стеклянная трубка; другое отверстіе, болѣе широкое находилось въ срединѣ крышки и въ него былъ вдѣланъ металлическій цилиндрическій стаканъ В, въ который могъ входить довольно плотно калориметрическій стаканъ С. Другой резервуаръ былъ устроенъ совершенно такъ же и такихъ же размѣровъ. Изъ

*) Подробное описаніе калориметра Гезехуса см. въ „Курсѣ физики“ О. Д. Хвольсона, т. III, стр. 156, рис. 78. Примѣненіе къ нему воздушнаго термометра Пильчикова понятно само собой.

описанія понятно, что пространство между банкой и цилиндрическим стаканчиком сообщается съ внешней атмосферой только помощью стеклянной трубочки. Посредствомъ этого прибора можно измѣрять отношеніе удѣльныхъ теплотъ двухъ веществъ.



Фиг. 3.

Нальемъ, напр., въ одинъ изъ калориметрическихъ стакановъ 50 gr. воды, а въ другой такое же количество ртути и доведемъ оба калориметра до нѣкоторой температуры, напр. 50°. Резервуары соединимъ съ трубками АН и ЕК (см. фиг. 1) воздушнаго термометра; заждемъ соединительную вѣтвь; столбикъ жидкости стоитъ противъ индекса С. Вставимъ, затѣмъ, въ наши резервуары калориметрическіе стаканы и будемъ слѣдить за столбикомъ жидкости. Въ первый моментъ столбикъ отклоняется сначала въ направленіи, указывающемъ на болѣе сильное нагреваніе резервуара, въ которомъ вставленъ калориметръ съ ртутью; но черезъ нѣсколько моментовъ столбикъ начинаетъ быстро двигаться въ противоположномъ направленіи, заходя далеко въ сторону отъ индекса, указывая на то, что калориметръ съ водою обладаетъ большею теплоемкостью. Мѣняя мѣста калориметровъ, мы получимъ отклоненіе столбика въ противоположное направленіе, указывающее опять на большую теплоемкость воды. Опытъ этотъ указываетъ также и на то, что ртуть быстрѣе отдаетъ свои калоріи воздуху т. е. она болѣе теплопроводна. Надлежащимъ подборомъ количествъ ртути и воды можно достигнуть того, что столбикъ жидкости останется неподвижнымъ и такимъ образомъ опредѣлить удѣльную теплоту ртути.

Вл. Оболенскій.

(Окончаніе слѣдуетъ).

ЗАДАЧИ.

XXX. Доказать теорему: если цѣлыя числа $8n+1$ и $24n+1$ суть одновременно полные квадраты, то число $8n+3$ при $n > 1$ не можетъ быть простымъ.

Е. Григорьевъ (Казань).

XXXI. Пусть $p=4n-1$ есть простое число. Тогда одно изъ двухъ чиселъ $(2n-1)!+1$ или же $(2n-1)!-1$ дѣлится на $4n-1$.

Займств. изъ *Mathematical questions and solutions*.

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

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

№ 100 (4 сер.). Доказать, что при цѣлыхъ значеніяхъ a и b числовая величина выраженія

$$a^2b^2[a^{23}-b^{23}-(a^{12}-b^{12})-2^{12}(a^{10}-b^{10})]$$

дѣлится на 17160.

Н. Готлибъ (Митава).

№ 101 (4 сер.). Изъ произвольной точки M , взятой на основаніи BC равнобедреннаго треугольника ABC , проведены прямыя MX и MU , параллельныя соответственно бокамъ AB и AC этого треугольника. Определить геометрическія мѣста основаній перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ центра круга, описаннаго около треугольника ABC , на діагонали параллелограмма, образованнаго прямыми AB , AC , MX и MU .

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 102 (4 сер.). Построить треугольникъ по основанію его a и прилежащему къ основанію углу B , зная, что прямая, соединяющая середины основанія и высоты, проходитъ черезъ данную точку M .

В. Шлиминъ (Усть-Медвѣдица).

№ 103 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x\sqrt{x} + y\sqrt{y} = 341,$$

$$x\sqrt{y} + y\sqrt{x} = 330.$$

Займств. изъ *Casopsis*.

№ 104 (4 сер.). Выраженіе

$$\frac{1-x^m}{1-x} \cdot \frac{1-x^n}{1-x},$$

гдѣ m и n суть цѣлыя числа, удовлетворяющія условіямъ

$$n > m \geq 1,$$

помощью тождественных преобразований представлено въ видѣ

$$A_0 + A_1x + A_2y^3 + \dots + A_{n+m-2}x^{n+m-2}$$

Изъ ряда коэффициентовъ $A_0, A_1, \dots, A_{n+m-2}$ этого многочлена выбраны 8 первыхъ коэффициентовъ такъ, что оказывается справедливымъ равенство

$$\frac{A_0 + A_1 + \dots + A_8 - 1}{A_0 + A_1 + \dots + A_{n+m-2}} = k,$$

гдѣ k есть корень уравненія

$$\frac{2n}{m+1} \left(1 - \frac{1}{k}\right) + \frac{m+1}{2n} \left(\frac{1}{k} - \frac{1}{k-1}\right) = 0.$$

Вычислить s .

Сообщить С. Розень (изъ задачъ, предложенныхъ на конкурсномъ испытаніи въ Варшавскомъ политехническомъ институтѣ).

№ 105 (4 сер.). Наполненный водородомъ шаръ можетъ поднять 1250 килограммовъ съ восходящею силой въ 10 килограммовъ. Определить объемъ шара.

Удельный вѣсъ воздуха 0,0013; плотность водорода 0,068.

(Займств.) М. Гербановскій.

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 49 (4 сер.). Построить треугольникъ ABC по высотѣ его AD и по условію, что эта высота и стороны AB, AC и BC образуютъ геометрическую прогрессию.

Пусть h —длина данной высоты, x —знаменатель прогрессіи $\therefore AD, AB, AC, BC$. Тогда

$$AD=h, AB=xh, AC=x^2h, BC=x^3h.$$

Двойная площадь искомага треугольника, равная выраженію

$$BC \cdot AD = x^3h^2,$$

равна также произведенію

$$AB \cdot AC = x^3h^2$$

сторонъ его AB и AC , откуда видно, что уголь A треугольника прямой. Поэтому

$$\overline{AB}^2 + \overline{AC}^2 = \overline{BC}^2,$$

или

$$x^2h^2 + x^4h^2 = x^6h^2 \quad (1).$$

Замѣчая, что $xh \neq 0$, можно обѣ части равенства (1) раздѣлить на x^2h^2 . Тогда найдемъ:

$$1 + x^2 = x^4,$$

откуда

$$x^2 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2},$$

а потому

$$AC = x^2 h = \frac{h(1 + \sqrt{5})}{2}.$$

Такимъ образомъ для построения стороны AC надо раздѣлить отръзокъ h *вышшимъ* образомъ въ крайнемъ и среднемъ отношеніи и взять *меньшій* отръзокъ. Построивъ треугольникъ ADC по катету AD и гипотенузѣ AC , возставляемъ въ точкѣ A перпендикуляръ къ прямой AC и продолжаемъ его до встрѣчи въ точкѣ B съ прямой DC . Треугольникъ ABC есть искомый.

Б. Мерцаловъ (Орель); П. Полушкинъ (Знаменка).

№ 54 (4 сер.). Найти остатокъ отъ дѣленія на 7 численного значенія выраженія

$$(x^9 - 3x^7 - 8x^3 + 24x + 2)^{(x^3 + 5x + 3)^2},$$

гдѣ x — некоторое цѣлое число.

Представивъ выраженіе $x^3 + 5x + 3$ въ видѣ

$$x^3 + 5x + 2 = x^3 - x + 6x + 3 = x(x^2 - 1) + 6x + 3 \quad (1),$$

замѣчаемъ, что числовая величина многочлена $x^3 + 5x + 3$ кратна 3 при всякомъ цѣломъ значеніи x . Дѣйствительно, если x кратно 3, то всѣ члены второй части равенства (1) кратны 3-хъ; если же x не кратно 3, то по теоремѣ Фермата $x^2 - 1$ дѣлится въ этомъ случаѣ на 3, и опять всѣ члены второй части равенства (1) кратны 3-хъ*). Такимъ образомъ показателъ $(x^3 + 5x + 3)^2$ есть положительное число, кратное 3-хъ. Раздѣливъ многочленъ $x^9 - 3x^7 - 8x^3 + 24x + 2$ на $x^7 - x$, находимъ въ частномъ $x^2 - 3$, а въ остаткѣ $-7x^3 + 21x + 2$. Поэтому

$$x^9 - 3x^7 - 8x^3 + 24x + 2 = [x(x^6 - 1) \cdot (x^2 - 3) - 7x^3 + 21x] + 2.$$

Числовая величина выраженія, стоящаго въ квадратныхъ скобкахъ, всегда кратна 7. Дѣйствительно, при x кратномъ 7 всѣ члены этого выраженія кратны 7; при x не кратномъ 7 выраженіе $x^6 - 1$ дѣлится согласно съ теоремой Фермата на 7, и опять всѣ члены рассматриваемаго выраженія оказываются кратны 7. Такимъ образомъ при всякомъ цѣломъ значеніи x числовая величина выраженія $x^9 - 3x^7 - 8x^3 + 24x + 2$ есть число вида $7m + 2$, показателъ же $(x^3 + 5x + 3)^2$ есть положительное число вида $3n$. Такимъ образомъ рассматриваемое выраженіе приводится къ виду

$$(7m + 2)^{3n} \quad (2)$$

гдѣ m и n — числа цѣлыя, и притомъ n положительно. Примѣнивъ къ выраженію (2) биномъ Ньютона и отбросивъ члены, кратные 7, находимъ, что остатокъ отъ дѣленія на 7 этого выраженія равенъ остатку отъ дѣленія на 7 числа 2^{3n} . Но

$$2^{3n} = 8^n = 8^n - 1 + 1 \quad (3).$$

Такъ какъ число $8^n - 1$ дѣлится на $8 - 1 = 7$, то остатокъ отъ дѣленія на 7 числовой величины предложеннаго выраженія равенъ (см. (3)) 1.

П. Полушкинъ (Знаменка); Н. Готлибъ (Митава).

*) Можно также сослаться на то, что произведеніе $x(x^2 - 1) = (x - 1)x(x + 1)$ трехъ послѣдовательныхъ цѣлыхъ чиселъ всегда дѣлится на 3.

№ 66 (4 сер.). Найти целое число x , зная, что сумма

$$1+2+3+\dots+x$$

выражается по десятичной системе счисления трехзначным числом, три цифры которого одинаковы.

Назовем через y одну из трех одинаковых цифр трехзначного числа. Тогда

$$1+2+3+\dots+x=100y+10y+y=111y,$$

или

$$\frac{x(x+1)}{2}=111y, \quad x(x+1)=222y \quad (1).$$

Решая уравнение (1) относительно x и приняв во внимание согласно с условием положительный корень, имеем:

$$x = \frac{-1 + \sqrt{1+888y}}{2}.$$

Подставляя вместо y в это равенство различные значащие цифры, убеждаемся, что лишь при $y=6$ число x получает целое значение именно 36.

Уравнение (1) можно решить относительно x еще следующим образом. Так как y есть цифра десятичной системы счисления, то вторая часть уравнения (1) не больше числа $222 \cdot 9 = 1998$. Так как $222 = 37 \cdot 3 \cdot 2$, то один из сомножителей x или $x+1$ левой части делится на 37. Но легко видеть, что тот из двух рассматриваемых сомножителей, который делится на 37, равен 37. Действительно, если делящийся на 37 сомножитель не равен 37, то он не меньше числа 74; но тогда произведение $x(x+1)$ по меньшей мере равно 74·73, что больше числа 1998. Итак или $x=37$, или $x+1=37$. Первое предположение невозможно; так как при $x=37$ левая часть равенства (1) равна произведению 37·38, не кратному 3, тогда как правая часть кратна 3-х. Наоборот, полагая $x=36$, найдем из равенства (1) для y значение, выражаемое одной цифрой, а именно 6.

Итак $x=36$.

Б. Мериалов (Орелъ); *П. Полушкин* (Знаменка); *Д. Дьяков* (Персиановка); *Н. Готлиб* (Митава); *Г. Оганов* (Эривань); *В. Микш* (Новочеркасск); *В. Гудков* (Свеаборгъ).

Редакторы: **В. А. Циммерманъ** и **В. Ф. Каганъ**.

Издатель **В. А. Гернетъ**.

Дозволено цензурою, Одесса, 15-го Октября 1901 г.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, Ямская, д. № 64.

Обложка
щется

Обложка
щется