

Обложка
щется

Обложка
щется

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

15 Мая

№ 321.

1902 г.

Содержаніе: XI Сѣздъ Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей. Столѣтіе физики. Проф. Д. Л. Гольдammera. — Построеніе корней уравненія $a \sin x + b \sin(\omega - x) = c$. В. Шлима. — Разныя извѣстія: Юбилей. Избранія. † А. Cornu. 19-ый международный сѣздъ астрономовъ. — Задачи для учащихся, №№ 190—195 (4 сер.). — Рѣшенія задачъ №№ 93, 104, 108. — Объявленія.

XI Сѣздъ Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей.

Столѣтіе физики.

Проф. Д. Л. Гольдammera. *)

Рѣчь, произнесенная на 3-емъ Общемъ Собраніи XI Сѣзда Русскихъ Естествоиспытателей и врачей въ С.-Петербургѣ 30-го декабря 1902 г.

Слова, взятая мною въ качествѣ заглавія этой рѣчи, не случайно имѣютъ двоякій смыслъ: если мы сравнимъ наши физическія знанія вѣкъ тому назадъ и теперь, мы несомнѣнно убѣдимся, что, за малыми исключеніями, почти вся физика создана на протяженіи XIX вѣка; съ другой стороны, если мы попытаемся оцѣнить то значеніе, которое имѣла эта наука въ жизни культурнаго человѣка нашего времени, мы должны будемъ по справедливости дать истекшему недавно вѣку названіе „вѣка физики“.

Въ самомъ дѣлѣ, перенесемъ на минуту мыслью за сто лѣтъ назадъ къ первымъ днямъ 1801 года. Къ этой эпохѣ физика имѣла отъ роду исторически свыше 25 вѣковъ, а между тѣмъ, что же было добыто за эти тысячелѣтія: въ области свѣта господствовалъ грубый и наивный взглядъ о летящихъ свѣтовыхъ частицахъ; то тамъ, то здѣсь наблюдатели встрѣчались съ отдѣльными фактами диффракціи, интерференціи, поляризации, но физической оптики еще не было вовсе. Въ ученіи объ электричествѣ знали лишь основныя факты электростатики; шагъ дальше по пути къ созданію ученія объ электрическомъ токѣ былъ только что сдѣланъ Volta (1800), открытіемъ знаменитаго вольтова столба. Были из-

*) Съ любезнаго разрѣшенія автора перепечатано изъ „Дневника XI-го Сѣзда“.

вѣстны элементарные факты магнетизма, но люди не знали еще ни электромагнитныхъ явленій, ни индукціи токовъ. Природа теплоты была закрыта густымъ туманомъ; даже теплопроводность еще ожидала Fourier. Только акустика была сравнительно совершенна, но еще не была изобрѣтена даже сирена, а Хладниевы фигуры были еще не очень стары. Знаній общихъ свойствъ тѣлъ—во всѣхъ ихъ состояніяхъ—было очень немного: только для газовъ былъ установленъ законъ Бойля. Технические примѣненія физики почти не было, потому что не было даже желѣза нужныхъ качествъ и люди не умѣли пользоваться свойствами пара. Лишь наканунѣ XIX вѣка были изобрѣтены локомобиль и локомотивъ, лишь въ 1779 г. построены первый желѣзный мостъ, а въ 1804 г. не было еще желѣза для паровыхъ котловъ. Даже въ 1829 году Stevenson долженъ былъ сдѣлать у своего локомотива нѣкоторыя части деревянными.

Для общей характеристики эпохи любопытно вспомнить, что еще въ 1771 г. университетъ въ Саламанкѣ не пожелалъ имѣть преподавателя физики, „потому что Newton не учитъ ничему тому, что нужно для хорошаго „логика“ или „метафизика“, а Gassendi и Descartes далеко не такъ хорошо согласны съ откровеніемъ, какъ Аристотель“. Несмотря на сравнительно давнее отдѣленіе отъ физики собственно естествознанія, еще въ 1830 г. въ Лейпцигскомъ университетѣ одно лицо преподавало физику, фізіологію и естественныя науки. Когда Helmholtz въ концѣ 30-хъ годовъ юношей приступилъ къ изученію физики, то въ школьныхъ учебникахъ все было, какъ онъ выражается, „mittelalterlich-alchymistisch“. О Lavoisier и Davy не было почти и помину, кислородъ мирно уживался рядомъ съ флогистономъ, хлоръ былъ окисленной соляной кислотой, а земли калия и извести — элементами.

Нужно ли мнѣ перечислять то, что мы имѣемъ въ физикѣ къ первымъ днямъ XX вѣка? Мы освоились, мы привыкли чуть-ли не къ ежедневнымъ успѣхамъ знанія, насъ не смущаютъ теперь новые термины, наша чувствительность къ новизнѣ вещей притупилась. Что-бы сказать ученый конца XVIII вѣка, если-бы онъ прочелъ заголовки отдѣловъ нашей современной физики съ ея динамической теоріей электричества, электромагнитной теоріей свѣта, механической теоріей теплоты, кинетической теоріей газовъ! Какъ парадоксальны показались-бы ему наши разговоры о вѣсѣ и числѣ молекулъ, объ измѣреніи скорости свѣта на протяженіи обыкновеннаго стола, о спектральномъ анализѣ, о жидкомъ воздухѣ и т. п. А развѣ не парадоксъ для ученаго XVIII вѣка наши невидимые лучи, начиная съ ультрафіолетовыхъ и ультракрасныхъ и электрическихъ и кончая лучами X и другихъ буквъ азбуки, лучами Becquerel'я, катодными, лучами радія, полонія и другими,—которыхъ основное свойство, повидимому, то, что они не лучи, а эманации!.. А техническія приложенія нашей науки, которыя всѣ почти цѣликомъ падаютъ на XIX столѣтіе.

Наблюдатель природы находится въ положеніи зрителя, въ

первый разъ смотрящаго на театральную сцену и плѣняемаго роскошью обстановки и красотой дѣйствующихъ лицъ. Между тѣмъ, на самомъ дѣлѣ здѣсь все обманъ и фальшь, начиная съ молодости и красоты и кончая луной, которая оказывается бутафорской принадлежностью. Мы видимъ и ощущаемъ неподвижную землю и подвижное солнце; мы не замѣчаемъ давленія воздуха, и больше двухъ тысячелѣтій люди дышали кислородомъ, не подозревая его существованія; у насъ нѣтъ органовъ чувствъ для электричества и магнитизма, мы видимъ и слышимъ ничтожную часть тоновъ какъ свѣтовыхъ, такъ и звуковыхъ. Въ той области, въ которой мы живемъ и дѣйствуемъ, мы физически одарены гораздо меньше, чѣмъ любое животное въ своей области: у насъ нѣтъ нюха и чуткости звѣрей, которые предупреждали-бы насъ о грозящей намъ опасности; физически мы какъ-бы безпомощны и предназначены на сѣдненіе звѣрямъ и насѣкомымъ. За историческій періодъ культурное человѣчество не только не обнаружило совершенствованія органовъ чувствъ, но, напротивъ того, оно потеряло и тѣ физическія качества, которыя были свойственны его предкамъ. Гдѣ теперь хотя-бы тѣ силачи, кто былъ-бы въ состояніи носить доспѣхи средневѣковыхъ рыцарей? Гдѣ у культурнаго человѣка зрѣніе или слухъ среднеазиатскаго кочевника?

Но, взамѣнъ такого вырожденія, физика — и главнымъ образомъ, въ теченіе XIX вѣка — дала намъ возможность имѣть какъ бы эволюціонировавшіе органы, которые, при томъ, своимъ совершенствомъ неизмѣримо превосходятъ непосредственные дары природы.

Даже болѣе того: физическіе приборы замѣняютъ намъ и тѣ органы, въ которыхъ намъ отказала природа: такъ, резонаторъ Hertz'a — это „электрическій глазъ“; фотографія, фосфоресцирующія вещества, болометръ, термоэлементъ — это нашъ глазъ для невидимыхъ лучей спектра, магнитная стрѣлка — нашъ органъ магнитизма, электрометръ — электричества, барометръ — давленія и т. п. Если мы прибавимъ сюда современные машины всякаго рода, желѣзныя дороги, пароходы, телеграфъ, телефонъ, микрофонъ, телескопъ и микроскопъ, — мы получимъ перечень аппаратовъ, гдѣ все, кромѣ барометра, телескопа и микроскопа, есть пріобрѣтеніе XIX вѣка. Да развѣ похожи наши барометры, микроскопы и телескопы на своихъ предковъ прошлыхъ вѣковъ?

Эта идея „эволюціи“ есть старая идея Spenser'a; недавно Wiener иллюстрировалъ ее рядомъ цифръ *). Позвольте мнѣ привести нѣкоторыя изъ нихъ: наша рука оцѣниваетъ вѣсъ съ ошибкой въ 10%: лучшіе современные вѣсы чувствительнѣе въ 20 милліоновъ разъ; барометрическіе приборы позволяютъ намъ мѣрить стомилліонныя доли атмосферы; двѣ точки — ножки циркуля различаются языкомъ, когда между ними милліметръ разстоянія; глазъ на 10 см. разстоянія можетъ различить $\frac{1}{40}$ mm., а лучшіе

*) См. O. Wiener. „Расширеніе нашихъ чувствъ“. „Вѣстникъ“ №№ 303, 304, 305, 306.

микроскопы чувствительнѣе почти въ 200 разъ. Самый чувствительный глазъ различаетъ въ спектрѣ не болѣе 500 оттѣнковъ: диффракціонныя рѣшетки съ болометромъ даютъ на томъ же протяженіи этихъ оттѣнковъ до 40000. Время мы можемъ измѣрять ухомъ до $\frac{1}{500}$ sec., а специальные приборы чувствительнѣе въ 200000 разъ. Температуру наше ощущеніе показываетъ едва до $\frac{1}{5}^{\circ}$ C.: болометръ чувствительнѣе въ 200000 разъ.

Какъ мы видимъ, нашъ глазъ труднѣе всего поддается эволюціи; тогда какъ въ другихъ случаяхъ физика повысила чувствительность въ сотни тысячъ и миллионы разъ, чувствительность глаза повысилась лишь въ сотни разъ. Но и въ этомъ направленіи у насъ есть небезосновательныя надежды на прогрессъ.

Дѣло въ томъ, что указанная эволюція не только дала намъ колоссальныя средства въ борьбѣ за существованіе, но и позволила намъ до извѣстной степени эмансипироваться отъ вліянія нашей организаци: намъ легко доступны явленія, непосредственно не ощущаемыя, напр., электромагнитныя, намъ нетрудно замѣнить одинъ органъ наблюденія другимъ. Такой примѣръ представляетъ собою оптика невидимыхъ лучей; отсюда не труденъ шагъ къ оптикѣ для слѣпого, или къ акустикѣ для глухого — и нѣчто въ этомъ родѣ вѣроятно намъ придется современемъ сдѣлать по отношенію къ микроскопу. Именно, если размѣры предмета менѣе $\frac{1}{7000}$ mm., то длина волны крайнихъ видимыхъ лучей свѣта уже недостаточно мала сравнительно съ размѣрами предмета. Теперь, какъ показали Helmholtz и Abbe, явленія диффракціи получаютъ такое преобладающее значеніе, что микроскопъ оказывается бесполезнымъ. Но мы можемъ представить себѣ микроскопъ, гдѣ будутъ пользоваться волнами ультрафіолетовыми, короче видимыхъ во много разъ; для такихъ волнъ стекло не прозрачно; придется взять линзы изъ кварца, или даже, быть можетъ, изъ совсѣмъ новаго, непрозрачнаго для глаза матеріала; для такихъ лучей и воздухъ будетъ не прозраченъ; поэтому придется линзы помѣстить въ пустотѣ. Но тогда и глазъ, какъ непосредственный органъ воспріятія, окажется бесполезнымъ; его замѣнить флуоресцирующій экранъ, фотографическая пластинка, или что либо иное, совсѣмъ новое. Въ этомъ направленіи уже дѣлаются опыты (Czapski, Schumann); недаромъ фотографія открываетъ намъ на небѣ міры, до сихъ поръ еще бывшіе недоступными глазу.

Въ XVIII вѣкѣ увлекались механическими игрушками — автоматами; Helmholtz справедливо называетъ наши заводы и фабрики тоже своего рода автоматами; только они болѣе совершенны, болѣе могущественны и, главное, болѣе цѣлесообразны, потому что автоматы XVIII вѣка должны были воспроизводить „1000 разнообразныхъ дѣйствій одного человека, а наши машины замѣняютъ 1000 человекъ, дѣлающихъ одно и то же простое дѣйствіе“. Участіе людей, какъ физической силы, все болѣе и болѣе устраняется изъ техники, и мечта Аристотеля о самодвижущемся ткацкомъ челнокѣ является фактически осуществленной.

Развѣ-же послѣ этихъ сопоставленій мы не вправѣ сказать, что все важное, все существенное въ физикѣ создано въ XIX вѣкѣ, такъ что, провожая въ бездну вѣчности истекшее столѣтіе, мы въ то же время можемъ праздновать столѣтній юбилей нашей науки.

Но я позволилъ себѣ назвать XIX вѣкъ вѣкомъ физики, взамѣнъ извѣстныхъ опредѣленій: „вѣкъ желѣза“, „вѣкъ пара и электричества“, „вѣкъ естествознанія“. Можетъ-ли по праву наша наука претендовать на такую выдающуюся роль, и не есть-ли подобное заявленіе физики своего рода *jalousie de métier*?

Физика, по опредѣленію Rowland'a, есть „*Science above all sciences which deals with the foundation of the Universe*“; физика занимается вопросами „о строеніи матеріи, изъ которой вселенная сдѣлана, и изучаетъ эфиръ, благодаря которому различныя части матеріи, составляющія вселенную, дѣйствуютъ другъ на друга даже на такихъ разстояніяхъ, которыхъ мы не можемъ надѣяться достигъ, каковъ-бы ни былъ прогрессъ нашей науки въ будущемъ“. Въ этомъ современномъ опредѣленіи физики по существу нѣтъ ничего, чего-бы не было въ смыслѣ слова „физика“: и сначала, какъ мы знаемъ, физика, дѣйствительно, заключала въ себѣ все ученіе о природѣ.

Первой наукой, выступившей на самостоятельный путь и отдѣлившейся отъ физики, была астрономія; за ней послѣдовала химія, а потомъ и біологическія науки. Мнѣ нечего говорить, что это разставаніе совершилось вполне дружелюбно; на прощаніе астрономія получила телескопъ, химія — вѣсы, біологія — микроскопъ. Казалось, области этихъ наукъ были разграничены вполне опредѣленно. Телескопъ и законъ всемірнаго тяготѣнія—вотъ все, что нужно астроному, чтобы знать, что дѣлалось, дѣлается и будетъ дѣлаться на небесномъ сводѣ.

Вѣсы и три основныхъ закона химіи: сохраненіе массы, постоянство состава и кратныхъ отношеній вѣса, казалось, все, что нужно химику. Когда біологическія науки отпали отъ физики, въ нихъ все сводилось къ наблюденію, описанію и классификаціи; микроскопъ и жизненная сила у натуралистовъ стали играть роль телескопа и Ньютонова закона астрономовъ. Что-же мы видимъ теперь?

Мы видимъ, что проведенныя перегородки оказались тамъ, гдѣ, на самомъ дѣлѣ, природа ихъ не признаетъ: астрономія очень скоро исчерпала свою тему, превратившись въ то, что теперь носитъ имя „астрометріи“; параллельно съ этимъ физика дала ей и новыя задачи, и новыя орудія и методы изслѣдованія: такъ содалась астрофизика, и мы не можемъ сказать, гдѣ въ ней кончается физика и начинается астрономія. Спектральный анализъ, фотографія дали возможность изучить у небесныхъ тѣлъ нѣчто большее и болѣе важное, чѣмъ ихъ движеніе; даже болѣе того, спектроскопы и диффракціонныя рѣшетки дали возможность изучать и такія движенія, которыя инымъ путемъ и наблюдать было

нельзя. Физикъ Kirchhoff рѣшаетъ вопросъ о составѣ солнца, физикъ Rowland первый издаетъ солнечный спектръ удивительной величины въ 2 метра; физики даютъ астрономамъ принципы новыхъ трубъ, спектроскоповъ и т. п., физики, наконецъ, въ последнее время начинаютъ проповѣдывать о возможности опыта и въ астрономіи, о возможности, напр., искусственного воспроизведенія солнечной короны и т. п.

Подобный-же процессъ совершается и съ химіей, начавшись притомъ гораздо раньше: уже Lavoisier, Gay Lussac, Cavendish, Davy, Faraday были столько-же химиками, сколько и физиками; открытіе вольтова столба и затѣмъ гальваническихъ элементовъ въ физикѣ дало химіи въ руки могучее орудіе анализа—электролизъ и законы Фарадея; спектральный анализъ повлекъ за собой открытіе цѣлаго ряда новыхъ элементовъ, то же сдѣлала вольтова дуга. Dalton, Humboldt, Ampère, Dulong & Petit—физики—и, наконецъ, на нашихъ глазахъ начинается сліяніе химіи и физики въ лицѣ новой науки—физической химіи. Электричество, которое казалось сначала совсѣмъ обособленнымъ явленіемъ въ физикѣ, играетъ, какъ выясняется мало по малу, колоссальную роль въ процессахъ проявленія химическаго сродства. Не даромъ еще Faraday и Berzelius провидѣли эту роль. Фарадей былъ глубоко убѣжденъ, что электрическій токъ—это тѣ-же силы химическаго сродства, только въ иной формѣ; какъ въ неорганической, такъ, можетъ быть, и въ организованной матеріи все подчинено электричеству. Схема Берцелиуса была еще проще: при всякомъ химическомъ соединеніи соединяются противоположныя электричества, производя искры. Но это еще не все: при помощи электрическаго разряда въ газахъ физикамъ удалось добиться, повидимому, даже самаго расщепленія химическаго атома элементовъ. Эти частицы „меньшія атома“, т. е. электроны или іоны, удается до извѣстной степени изолировать и изслѣдовать ихъ свойства; такъ, мало по малу физики дѣлають шагъ впередъ къ разложенію элементовъ, вѣроятно, даже къ превращенію ихъ одинъ въ другой, подходя такимъ образомъ къ осуществленію завѣтной мечты основателей химіи—алхимиковъ.

И какъ въ астрономіи, такъ и въ химіи, не физика въ нихъ, а онѣ мало по малу поглощаются физикой; ихъ жизнь, ихъ прогрессъ прямо оказываются подчиненными жизни и прогрессу материнскаго организма физики.

То же происходитъ и въ біологіи. Развѣ самая молодая изъ біологическихъ наукъ—физиологія—не стала въ такое же отношеніе къ физикѣ, какъ физическая химія, какъ астрофизика; развѣ это не біофизика? Вѣдь все, что въ такъ называемыхъ естественныхъ наукахъ выходитъ за предѣлы простого описанія и классификаціи, все зиждется на точныхъ данныхъ физики и химіи и стоитъ въ прямой зависимости отъ успѣховъ этихъ наукъ. Основной элементъ всякаго живого существа — клѣтка, составляющая главный предметъ естествознанія, въ узкомъ смыслѣ этого слова, на нашихъ глазахъ все болѣе и болѣе теряетъ свои таинственные

свойства лишь благодаря тому, что главное вниманіе изслѣдователей начинается обращаться на физико-химическія свойства клѣтки, а не исключительно на морфологическія. Физика и химія, то при помощи капиллярной „искусственной амебы“, то при помощи другихъ аналогій все болѣе даютъ доказательствъ идеи, что, можетъ быть, „клѣтка не существо, а вещество“. И если, съ одной стороны, біологическія лабораторіи все болѣе и болѣе начинаютъ походить на лабораторію физика или химика, то, съ другой стороны, физики все чаще и чаще обращаютъ вниманіе на явленія біологическія. Такъ, опыты физика Wiener'a показали, что въ воздѣйствіи свѣта на хлористыя соединенія серебра мы имѣемъ такія же явленія „механическаго“ приспособленія къ окружающей окраскѣ, какія Poulton наблюдалъ у личинокъ и куколокъ, принимавшихъ ту или другую защитительную окраску; такъ, другой физикъ Guillaume подмѣчаетъ аналогію въ свойствахъ хлористыхъ соединеній серебра съ одной стороны, и въ свойствахъ хлорофила у растений, пигмента у негровъ, зрительнаго пурпура въ глазу; такъ, внимательное наблюденіе надъ тѣми измѣненіями, какія происходятъ въ структурѣ твердыхъ тѣлъ при ихъ деформациі, нагрѣваніи или охлажденіи, обнаруживаетъ въ неорганизованной матеріи такія явленія, какія въ животномъ мірѣ служатъ фактами борьбы за существованіе.

Физика, какъ природа, которая влетаетъ въ окно, когда ее гонятъ въ дверь, иногда, такъ сказать, насильно врывается въ тѣ области, гдѣ ее игнорировали. Такъ, геологія долго вела свой счетъ возрасту земли, игнорируя физическіе законы. Lord Kelvin составляетъ передѣлать и исправить этотъ счетъ и наша планета молодѣетъ на много миллионовъ лѣтъ, благодаря тому, что принимается въ расчетъ 2 й законъ термодинамики, законъ эволюціи всего въ опредѣленномъ направленіи. Даже въ практической медицинѣ главнѣйшіе успѣхи новаго времени зависѣли отъ установленія физической точки зрѣнія на многое, происходящее въ живомъ тѣлѣ, отъ примѣненія части физическихъ методовъ діагностики и леченія: термометръ, акустическія явленія, электрическая машина и индукціонная катушка, электролизъ—вотъ орудія современнаго врача вмѣсто латинской кухни стараго времени; химическое и тепловое дѣйствіе лучей разнаго рода является нынѣ новымъ способомъ борьбы со страшными, дотолѣ неизлѣчимыми болѣзнями. И что любопытно, физики первые видятъ скелетъ живого человѣка сквозь его тѣло, физики первые испытываютъ удивительное дѣйствіе быстро переменныхъ токовъ высокаго напряженія; физикъ и астрономъ Airy въ 1825 г., послѣ тщетныхъ поисковъ помощи у окулистовъ, самъ дѣлаетъ себѣ первую астигматическую линзу; четверть вѣка спустя физикъ Stokes изслѣдуетъ астигматическіе глаза и лишь въ 1862 г. дѣло переходитъ въ руки медиковъ, благодаря Donders'у. Роль физики и химіи въ современной бактеріологіи слишкомъ извѣстна: и невольно думается, что и въ вопросѣ капитальной важности для медицины, именно, въ области распознаванія микроорганизмовъ, физика и

химія создатьъ новые методы, замѣнить чисто эмпирическихъ методовъ нашего времени. Но я думаю, что и сказаннаго достаточно, чтобы заключить, что по праву XIX вѣкъ заслуживаетъ названіе „вѣка физики“.

Теперь возникаетъ вопросъ, чѣмъ же обусловлены за истекшее столѣтіе эти особые успѣху физики, а съ нею, и всего ученія о природѣ. Отвлекаясь отъ успѣховъ знанія, мы не можемъ сказать, чтобы XIX вѣкъ чѣмъ-либо особенно отличался: какъ и прежде, люди умирали отъ повальныхъ болѣзней, какъ и прежде, рѣкой лилась кровь человѣческая на поляхъ битвъ, какъ и прежде, люди терзали другъ друга во имя убѣжденій; даже рабство было еще въ срединѣ вѣка.

Такимъ образомъ, не во внѣшнихъ условіяхъ по преимуществу, не въ измѣнившейся природѣ человѣка лежатъ причины прогресса знаній; нѣтъ, эти причины въ томъ, что люди научились правильно думать, что было открытъ вѣрный путь къ познанію природы, что были, наконецъ, правильно поняты и примѣнены роли гипотезы и теоріи, наблюденія и опыта, и въ ихъ дружномъ содѣйствіи открытъ законъ вѣчнаго прогресса человечества.

Но въ первую половину XIX вѣка экспериментальныя работы носили, такъ сказать, „элементарный“ характеръ. Нужно было открывать все сначала, изученію подлежали, главнымъ образомъ, грубые, основныя факты, работать можно было съ простыми, сравнительно, средствами. Такъ работали Faraday, Fresnel, Ampère и другіе: тогда только что входила во всеобщее сознаніе мысль, что физика такая же опытная наука, какъ химія. Въ это время въ европейскихъ университетахъ не вездѣ были физическіе кабинеты, а гдѣ и были, они скорѣе являлись своего рода кунсткамерами; понятно, что и преподаваніе физики велось на доскѣ. Въ 30-хъ и 40-хъ годахъ въ Казанскомъ университетѣ слушатели допускались въ физическій кабинетъ по воскресеньямъ послѣ обѣдни, совѣмъ какъ теперь водятъ дѣтей по воскресеньямъ въ зоологическіе музеи. Въ Берлинскомъ университетѣ въ это время Gustav Magnus читалъ курсъ физики у себя на дому со своими инструментами, и лекціи были перенесены въ Университетъ лишь тогда, когда послѣдній купилъ у Magnus'a его „кабинетъ“. Въ то время даже въ Германіи не имѣли понятія о „физической лабораторіи“, хотя химическія уже были. Первой лабораторіей была частная того же Magnus'a. Покойный Kundt любилъ вспоминать, какъ Magnus рекомендовалъ строить физическіе приборы при помощи сигарныхъ ящиковъ. Только въ 60-хъ и 70-хъ годахъ появляются въ Европѣ настоящія физическія лабораторіи въ университетахъ, начинаютъ отпускать средства для физическихъ изслѣдованій. Потомъ прогрессъ идетъ ускореннымъ темпомъ и человечество, привыкшее видѣть миллионы затраченными на многое, только не на науку, съ удивленіемъ взирало на невиданное и неслыханное дотошъ явленіе: въ Берлинѣ строили физическій и физиологическій институтъ стоимостью въ 7 миллионъ марокъ.

Съ тѣхъ поръ прошло четверть вѣка. Большинство университетовъ и высшихъ специальныхъ школъ Германіи получили новыя физическіе, химическіе, ботаническіе, зоологическіе и иные институты. За Германіей пошли и другія государства Европы и Америки по пути созданія этихъ дворцовъ чистой науки, обставленныхъ перѣдко роскошнымъ научнымъ комфортомъ. „Научный комфортъ“—это, какъ и „институтъ“, новый терминъ конца XIX вѣка. Новыя учрежденія привлекаютъ къ себѣ цѣлую своего рода армію ученыхъ. Но эта армія—не армія-войско, а скорѣе армія рабочихъ въ громаднѣхъ современныхъ промышленныхъ предприятияхъ. Какъ въ послѣднихъ весь успѣхъ зависитъ отъ современнаго примѣненія техническихъ новостей, служащихъ къ облегченію труда и сохраненію времени, такъ и въ современныхъ научныхъ изслѣдованіяхъ—въ частности, физическихъ—все, что не относится прямо къ цѣли изслѣдованія, все, что примѣнялось уже раньше въ другихъ работахъ, доставляется техникой. Чтобъ открыть новое вліяніе магнетизма на лучеиспусканіе, Zeeman'у нужна была великолѣпная диффракціонная рѣшетка стоимостью болѣе 1000 рублей, да очень сильный электромагнитъ въ нѣсколько сотъ рублей, да электрическій токъ „техническій“, съ электрической станціи; для извѣстныхъ опытовъ надъ всемірнымъ тяготѣніемъ Jolly въ 1881 году имѣлъ въ своемъ распоряженіи 5775 kg. свинца, а въ 1896 г. Richarz и Krigar Menzel даже болѣе 100,000 kg. Чтобъ добыть нѣсколько дециграммовъ солей, содержащихъ новыя элементы, какъ полоній или радій, требуется обработать много тысячъ килограммовъ т. н. Pechblende (супруги Curie). Давно ли мы восхищались искрами индукціонной катушки въ 20 см. длины, гальванометромъ Томсона, электрической машиной съ немногими кругами; теперь физику нужны катушки съ искрами въ метръ, электрическія машины съ 60 кругами, панцырные гальванометры Du-Bois & Rubens'a, батареи въ 10,000 аккумуляторовъ (Trowbridge) и трансформаторы, позволяющіе достигать искръ въ 2 метра длины! Фарадей, какъ извѣстно, открылъ много новыхъ явленій; еще больше было у него опытовъ неудачныхъ, потому что не было для нихъ достаточно тонкихъ приборовъ. Фарадей не нашелъ вращенія плоскости поляризаціи свѣта въ газахъ при намагниченіи, Фарадей не нашелъ вліянія магнетизма на лучеиспусканіе и т. д., и повтореніе многихъ такихъ неудачныхъ опытовъ этого великаго генія XIX вѣка съ современными могучими средствами должно значительно расширить область нашихъ знаній. Ростъ современныхъ экспериментальныхъ знаній можно сравнить съ дѣйствіемъ одного изъ трехъ замѣчательныхъ физическихъ приборовъ: машины Holtz'a, динамо-машины Siemens'a и машины для сжиженія воздуха Linde. Въ нихъ все основано на геніальномъ принципѣ самоусиленія. Такъ и въ нашей наукѣ: разъ замѣчено новое явленіе, за него сразу берутся много рукъ, независимо, съ разныхъ сторонъ; на сцену являються средства изъ самыхъ разнообразныхъ областей физики: къ явленіямъ свѣта примѣняется звукъ и обратно, къ электричеству —

свѣтъ; обратно, новое явленіе въ качествѣ метода находить примѣненіе въ другихъ областяхъ. Вспомнимъ, какую роль играетъ въ физикѣ зеркальный отсчетъ, или интерференціонныя полосы, телефонъ и т. п. Мы имѣемъ журналы, посвященные специально описанію новыхъ приборовъ и машинъ; отдѣльныя узкія области знанія обслуживаются специальными журналами: такъ, есть журналы для электротехники, для микроскоповъ, для фотографіи, для жидкихъ газовъ, для X-лучей, для инструментовъ и многое другое.

Когда по физикѣ работало въ мірѣ 10 человѣкъ и все было ново, все неизвѣстно, для ученыхъ „время“ не имѣло значенія. Теперь не то. Современная научная дѣятельность возможна лишь, если всѣ изслѣдователи въ равныхъ условіяхъ работы: когда одному приходится самому мастерить себѣ приборъ или *ad hoc* заказывать его за 1000 верстъ, онъ отстанетъ со своими результатами отъ другого, кому пришлось лишь взять приборъ съ полки; а при лихорадочномъ пульсѣ ученой дѣятельности нашего вѣка, важные и интересные вопросы „висятъ“, такъ сказать, въ воздухѣ. И при равныхъ условіяхъ знанія и таланта успѣхъ будетъ у того, кто лучше обставленъ въ научномъ отношеніи, въ смыслѣ помѣщенія, средствъ и инструментовъ. Въ Голландіи было очень немного физиковъ до середины 80-хъ годовъ XIX вѣка; когда около этого времени былъ устроенъ въ Leiden'ѣ физическій институтъ, изъ послѣдняго за первое десятилѣтіе (1885—1894) вышло 20 экспериментальныхъ изслѣдованій, а за слѣдующее 7-лѣтіе еще свыше 70!

Во всѣхъ этихъ случаяхъ техника оказываетъ чистому знанію незамѣнимую помощь, и это единеніе является одной изъ характерныхъ особенностей научной дѣятельности нашего времени. Въ культурныхъ странахъ міра не только техника дала физикамъ и другимъ естествоиспытателямъ готовые уже средства, но на нашихъ глазахъ создалась особая отрасль техники точной (*Präcisionstechnik*) специально для научныхъ цѣлей: но и это еще не все. Промышленныя предпріятія создаютъ у себя научныя лабораторіи съ учеными во главѣ; такъ, напр., въ Берлинѣ есть учрежденіе, специально занятое изслѣдованіемъ взрывчатыхъ веществъ и имѣющее громадный ежегодный бюджетъ; далѣе, техники и ученые соединяются вмѣстѣ (напр. *Zeiss Abbe, Siemens & Halske*) для совмѣстной работы и даже представители техники прямо работаютъ для научныхъ цѣлей; такъ, при посредствѣ представителей промышленности и техники основанъ недавно при университетѣ въ Геттингенѣ институтъ прикладной физики и общество для развитія этой отрасли знанія; такъ, въ Іенѣ *Abbe* создалъ замѣчательное научно-техническое учрежденіе имени *Zeiss'a*; такъ, фирма *Schott* въ Іенѣ же специально вырабатываетъ сорта стекла для разныхъ научныхъ цѣлей и т. п.; такъ, наконецъ, въ Англіи и Америкѣ на частныя средства учреждаются не только институты, обсерваторіи, лабораторіи, но даже и цѣлые университеты.

Но какъ ни благотворно это единеніе науки и практическихъ

знаній, было бы громадной ошибкой думать, что наука тоже должна преслѣдовать непосредственныя утилитарныя цѣли, что теперь для государства поощреніе техники всякаго рода важнѣе поощренія чистаго знанія. Это не такъ. И хотя положеніе это для людей науки давно стало триумфомъ, нѣкоторые обстоятельства въ жизни разныхъ культурныхъ странъ конца XIX вѣка заставляють насъ еще разъ подчеркнуть эту мысль. Исторія физики показываетъ намъ, что ни одна прямо поставленная практическая цѣль не была достигнута. Сколько труда и физическаго и умственнаго потратило человѣчество на изобрѣтеніе *perpetuum mobile*; со времени легенды о крыльяхъ Икара до Leonardo da Vinci, и отъ эпохи возрожденія вплоть до нашихъ дней люди жаждутъ уподобиться птицѣ, а результата все нѣтъ. Четверть вѣка было употреблено на осуществленіе простой, казалось, цѣли—сжиженія газовъ; наконецъ, это удалось. И что же?—для жизни, для практики это не получило значенія. Понадобилось еще четверть вѣка для рѣшенія этого вопроса и разрѣшился онъ совсѣмъ неожиданно, когда Linde вдумался въ чисто „теоретическій“ опытъ Томсона и Джоуля, преслѣдовавшій мелкую и пустую по виду цѣль,—узнать, насколько газы уклоняются отъ закона Мариотта. Кто могъ думать, что невинный опытъ Galvani надъ лягушкой послужить векорѣ основаніемъ половины электротехники, а другой простой и пустой на видъ опытъ Фарадея надъ индукціей создать другую половину? Но зачѣмъ намъ идти такъ далеко. Чуть не полвѣка человѣчество видѣло и знало Гейсслеровы трубки, но кому могло придти въ голову искать здѣсь X-лучи? Еще рѣзче примѣръ мы видимъ въ опытахъ Hertz'a, имѣвшихъ въ виду рѣшеніе совсѣмъ отвлеченнаго вопроса объ электрическомъ происхожденіи свѣта. Неожиданнымъ слѣдствіемъ этихъ опытовъ вышелъ телеграфъ безъ проводовъ. И такъ вездѣ и всегда. „Всѣ практическіе успѣхи“, говоритъ Helmholtz, „выросли совсѣмъ неожиданно изъ изслѣдованій, которыя могли казаться самыми безполезными пустяками непосвященнымъ, тогда какъ посвященный, хотя и видѣлъ тамъ еще скрытое отношеніе причины и дѣйствія, но могъ слѣдить за ними только изъ чисто теоретическаго интереса. И вѣрно по тому же поводу сказалъ поэтъ:

„Wer um die Göttin freit, sucht in ihr nicht das Weib“

И безъ этой богини, безъ науки самодовлѣющей, науки *an und für sich*, невозможно вообще достиженіе какихъ бы то ни было техническихъ и практическихъ цѣлей.

Мм. гг.! Съ точки зрѣнія чистаго знанія XIX вѣкъ отмѣченъ такимъ успѣхомъ, какой и не снился мудрецамъ стараго времени. Если для ученаго истина познанія природы дорога сама по себѣ, для непосвященныхъ важны результаты этого познанія, важна побѣда надъ вѣковѣчнымъ врагомъ — природой. Наука дала и эту побѣду, но не вездѣ и не во всемъ. Смерть еще не побѣждена: здѣсь сдѣлано лишь кое что и кое гдѣ. Мы болѣе рационально боремся съ эпидеміями, чѣмъ прежде, бакте-

ріологія обѣщаетъ намъ въ будущемъ еще больше, чѣмъ она дала до сихъ поръ. Теперь не вымирають цѣлые города, жизнь въ нихъ стала здоровѣе, смертность понизилась; трудъ на фабрикахъ тоже пересталъ быть такимъ убійственнымъ, какимъ онъ былъ прежде. Но, не смотря на всѣ эти блага культуры, смерть не побѣждена, смерть дѣтей, смерть людей во цвѣтъ силъ. На борьбу съ этимъ безпомощнымъ врагомъ человѣчество тратитъ колоссальныя силы и умственные и физическія, тратитъ миллионы золота, но все же по существу остается безпомощнымъ. Тѣ безмѣрныя надежды, которыя, судя по первымъ шагамъ научнаго прогресса XIX вѣка, возлагались большой публикой на науку, какъ будто не осуществились. Съ одной стороны, неудержимое и старое, какъ міръ, стремленіе человѣка узнать законы природы, составить себѣ ясное представленіе объ окружающихъ явленіяхъ. Это стремленіе получаетъ удовлетвореніе лишь послѣ усерднаго изученія многого, что для непосвященныхъ представляется и скучнымъ, и труднымъ, и малопонятнымъ. Такія великія завоеванія человѣческой мысли, какъ законъ разсѣянія энергіи, кинетическая теорія матеріи, электрическая теорія свѣта, существованіе и роль эфира—завоеванія, въ реальности которыхъ можно убѣдиться лишь послѣ основательнаго изученія физики,—для неподготовленныхъ являются голословными утвержденіями, теоріями, не имѣющими будущности. Скептические голоса относительно этихъ „теорій“ мы слышимъ въ послѣднее время даже и оттуда, откуда ихъ не слѣдовало бы ожидать. Съ другой стороны, когда больной читаетъ свой смертный приговоръ въ глазахъ врача; когда онъ даже знаетъ, что наука понизила смертность отъ его болѣзни съ 70 на 40%, что ему и его близкимъ до прогресса науки, когда онъ все же умираетъ, когда онъ именно одинъ изъ этихъ 40%? И вотъ на рубежѣ XIX вѣка, когда люди науки готовились понемногу къ подведенію итога завоеваніямъ естествознанія за истекшее столѣтіе,—въ это время изъ большой публики раздался кличъ о томъ, что наука не исполнила своей миссіи, что наука банкротъ.

Но имѣютъ-ли какое-либо основаніе эти предъявляемыя знанію чрезмѣрныя требованія? Виновата-ли наука въ томъ, что она не смогла дать больше, чѣмъ она дала? Встрѣчаетъ-ли она всюду то содѣйствіе, на которое она имѣла-бы право, и отсутствіе котораго парализуетъ и замедляетъ ея прогрессъ; занимаетъ-ли, наконецъ, наука въ современномъ обществѣ то положеніе, какое ей слѣдовало-бы занимать? Нѣтъ, и трижды нѣтъ!!

Когда отечество въ опасности отъ внѣшнихъ враговъ, страна встаетъ, какъ одинъ человѣкъ, забывая своихъ женъ и дѣтей; конецъ XIX вѣка ознаменованъ даже особымъ учрежденіемъ этого характера—всеобщей воинской повинностью. Но природа съ ея грозными силами, стирающими безпомощнаго человѣка въ порошокъ и разлагающими его тѣло на атомы и молекулы,—вѣдь это врагъ еще болѣе страшный, еще болѣе безжалостный, чѣмъ всякій воинственный сосѣдь. Всеобщая повинность быть уче-

нымъ—невозможна; но возможна всеобщая повинность содѣйствовать наукѣ, облегчать трудъ той маленькой арміи дѣятелей, которые посвятили себя на исканіе истины. Дѣлается-ли это въ достаточной мѣрѣ? Нѣтъ, потому что интересы дня, интересы рынка всюду стоятъ на первомъ планѣ; сознаніе громаднаго значенія науки еще не вошло въ плоть и кровь современнаго общества, и событія первостепенной научной важности не возбуждаютъ живого интереса въ большой публикѣ.

Когда Hertz опытомъ доказалъ электрическую природу свѣта—объ этомъ знали одни специалисты физики изъ ученыхъ журналовъ; когда-же были сдѣланы первыя попытки примѣнить волны Hertz'a къ телеграфіи безъ проводовъ—объ этомъ ученые узнали изъ общей прессы...

Намъ скажутъ, что на науку идутъ милліоны. Но что-же значитъ эта сумма въ наше время сравнительно съ другими расходами современныхъ государствъ. Изученіе природы и раскрытіе ея тайнъ даетъ человѣчеству величайшія блага и счастье. „А между тѣмъ“, спрашиваетъ Rowland въ одной изъ послѣднихъ своихъ рѣчей, „много-ли лабораторій для изслѣдованія въ этомъ городѣ (Baltimore), въ этой странѣ (Америка), даже въ цѣломъ мірѣ“.

„Мы видимъ“, продолжаетъ онъ, „нѣсколько жалкихъ строеній то здѣсь, то тамъ съ немногими заморенными (starving) профессорами, стремящимися сдѣлать, что можно, съ тѣми малыми средствами, какія у нихъ въ рукахъ. Но гдѣ въ мірѣ найдется учрежденіе для чисто научныхъ изысканій въ какой-либо области знанія съ годовымъ бюджетомъ въ 100 милліоновъ долларовъ? Гдѣ изслѣдователь въ области чистаго знанія можетъ заработать болѣе, чѣмъ плату поденщика или повара? Но 100 милліоновъ долларовъ въ годъ есть стоимость арміи или флота, имѣющихъ назначеніе убивать другой народъ. Подумайте только, что одинъ процентъ этой суммы кажется большинству слишкомъ значительными деньгами, чтобъ ихъ тратить на спасеніе нашихъ дѣтей и потомковъ отъ бѣдствія и даже смерти“!

Не правда-ли, намъ странно слышать такія рѣчи изъ устъ президента американскаго физическаго общества, изъ устъ Rowland'a, одного изъ первыхъ представителей естествознанія въ великой заокеанской республикѣ, гдѣ, однако, какъ мы знаемъ, цѣлые университеты существуютъ на частныя средства. И такія рѣчи показываютъ, что даже въ передовой Америкѣ положеніе науки не таково, какъ-бы слѣдовало.

Говорятъ, наука дала мало. А много-ли во всемъ мірѣ ученыхъ, и кого винить въ томъ, что ученыхъ такъ мало? По Нитцше — назначеніе народа производить великихъ людей. Но гении человѣчества не являются случайно и по заказу, они выдѣляются, отфильтровываются, такъ сказать, изъ многихъ сотенъ и тысячъ рядовыхъ ученыхъ, производящихъ каменную кладку тѣхъ зданій, которыя строятъ короли науки. И если только въ

знаніи залогъ будущаго счастія человѣчества, то для него никакія жертвы не могутъ считаться большими. „Pensez, sachez et regardez ceux, qui pensent et savent comme vos guides“—завѣщаль Buffon: только этотъ завѣтъ не былъ выполненъ въ XIX вѣкѣ, да врядъ-ли будетъ выполненъ и въ XX-мъ...

Нѣтъ, не о банкротствѣ науки слѣдуетъ говорить, а наоборотъ, о той необъятной мощи, которую она обнаружила. И игнорировать это теперь, послѣ всего того, что дало уже человѣчеству естествознаніе—есть преступленіе, ведущее въ будущемъ за собой гибель нашихъ потомковъ. Какое можетъ быть сомнѣніе въ томъ, что, если люди научились бороться съ собачьимъ бѣшенствомъ, чумой и дифтеритомъ теперь, когда наукѣ посвящаютъ себя во всемъ мірѣ тысячи и десятки тысячъ — тѣ-же люди будутъ знать въ десять, въ сто разъ болѣе, когда ученые будутъ считаться миллионами, а гении не единицами, а десятками? И то золото, которое теперь идетъ на борьбу съ болѣзнями и несчастьями человѣчества, это золото, затраченное 100 лѣтъ раньше на культуру чистаго знанія, дало-бы результатъ неизмѣримо болѣе цѣнный и давно вернулось-бы обратно сторицей.

Мм. Гг., 25 вѣковъ тому назадъ родились одновременно „физика“ и „политика“ какъ наука; нынѣ мы видимъ сочетаніе этихъ двухъ словъ въ заглавіи одной ректорской рѣчи (O. Lehmann). И какъ ни парадоксально кажется такое сочетаніе, оно имѣетъ глубокой смыслъ. Какъ и рѣчь Rowland'a, оно показываетъ, что въ разныхъ концахъ міра дѣятелей чистаго знанія заботитъ одинъ и тотъ-же вопросъ: несмотря на всѣ практическіе успѣхи, свѣтильникъ знанія не горитъ въ мірѣ такъ ярко, какъ онъ бы долженъ былъ горѣть. А въ Россіи? Въ Россіи естествознанію отъ роду едва полтора вѣка. Несмотря на этотъ краткій срокъ, русскіе естествоиспытатели успѣли занять видное мѣсто среди ученыхъ міра, помня, что „на поприщѣ ума нельзя намъ отставать“. А между тѣмъ, гдѣ у насъ тѣ дворцы науки, тѣ многомилліонные институты, разбросанные въ Западной Европѣ и Сѣверной Америкѣ? И если тамъ выдающіеся ученые съ жаромъ требуютъ для науки все большаго и большаго, что сказать намъ? Если еще медицинскія науки и поставлены сколько нибудь прилично, много-ли сдѣлано у насъ для другихъ отраслей естествознанія, напр., для той же физики? Новый вѣкъ видитъ здѣсь въ Петербургѣ первый настоящій физическій институтъ въ Россіи; мы знаемъ, что другой такой возводится въ Москвѣ, но что это для всей необъятной Россіи. Въ какомъ безвыходномъ положеніи провинціальныя университеты, гдѣ перѣдко физически невозможно ни учить какъ слѣдуетъ, ни работать; гдѣ наши слушатели сидятъ лицомъ къ свѣту, гдѣ приборъ въ 1000 рублей является роскошью, гдѣ размѣры „физическихъ институтовъ“ лежатъ между 70 и 200 квадратныхъ саженъ вмѣсто тѣхъ тысячъ квадратныхъ саженъ, которые должны бы быть! Утилитарный взглядъ на многое имѣетъ, къ сожалѣнію, слишкомъ большое значеніе въ нашемъ отечествѣ. Промышленныя и техническія предпріятія выдвигаютъ

на первый планъ многомилліонную поддержку себѣ; общество готово дать средства на метеорологическія наблюденія, но требуетъ на завтра предсказанія погоды; общество готово дать деньги на техническія школы, потому что онѣ дадутъ инженеровъ; медицинскія клиники находятъ себѣ жертвователей на милліоны рублей, но много ли въ Россіи пожертвованій на естественноисторическія учрежденія, на физическіе и химическіе институты, преслѣдующіе интересы только чистаго знанія?

Вѣкъ физики, вѣкъ естествознанія кончился. Какой титулъ дадутъ наши потомки XX вѣку? Мы не знаемъ. Но мы должны думать, что повый вѣкъ создастъ и новыя, болѣе благоприятныя условія для научной работы. Будемъ вѣрить, что и въ Россіи чистый источникъ—наука—разольется широкими волнами могучей рѣки, и что недалеко уже то время, когда девизомъ Россіи, и не одной ученой Россіи, будутъ слова:

„Да здравствуетъ чистое знаніе!“

Построеніе корней уравненія

$$a \sin x + b \sin(\omega - x) = c.$$

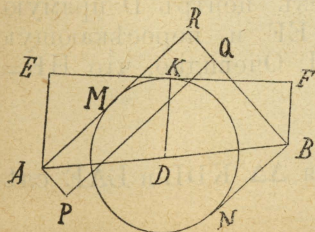
Ученика VII класса Усть-Медвѣдицкаго реальнаго училища

В. Шлытина.

(Отвѣтъ на тему, предложенную въ № 256 „В. О. Ф.“).

1. **Теорема.** Геометрическое мѣсто прямыхъ, сумма или разность разстояній которыхъ отъ двухъ данныхъ точекъ равна c , есть 1) окружность радіуса $\frac{c}{2}$, имѣющая своимъ центромъ середину данной прямой, и 2) двѣ системы прямыхъ, параллельныхъ касательнымъ къ этой окружности изъ данныхъ точекъ.

Случай суммы. Пусть даны двѣ точки А и В (фиг. 1). Описавъ изъ середины D прямой АВ, какъ изъ



Фиг. 1.

центра, окружность радіусомъ $\frac{c}{2}$, проведемъ къ ней произвольную касательную ЕКФ, разстоянія которой отъ точекъ А и В равны ЕА и FB, и соединимъ точку прикосновенія К съ центромъ D прямою KD. Такъ какъ фигура АЕФВ есть трапеція, а прямая KD—ея средняя линия, то

$$AE + BF = 2KD,$$

или

$$AE + BF = c,$$

что и требовалось доказать.

При $AB \leq c$ указанное мѣсто примѣнимо всегда, при $AB > c$ оно примѣнимо лишь въ томъ случаѣ, когда касательныя, проведенныя къ кругу центра D , пересѣкаются съ прямой AB или на продолженіяхъ отрезка AB , или въ точкахъ A или B .

Чтобы доказать вторую часть теоремы, проведемъ изъ точки B касательную BN къ кругу, описанному изъ середины AB , какъ изъ центра, радіусомъ $\frac{c}{2}$ (фиг. 1). Проведя параллельно BN прямую PQ , пересѣкающую кругъ, и построивъ касательную AMR , діаметрально противоположную BN , видимъ, что сумма $AP + BQ$ разстояній прямой PQ отъ точекъ A и B , равна

$$AP + BQ = RQ + BQ = c.$$

Такъ какъ вмѣсто касательной BN можно взять другую, проходящую черезъ точку A симметрично BN , то указанное геометрическое мѣсто, примѣнимое лишь при условіи $AB > c$, состоитъ вообще изъ двухъ системъ параллельныхъ прямыхъ, пересѣкающихъ кругъ D .

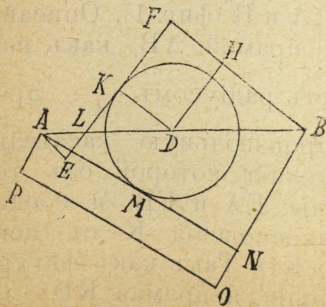
Первое изъ двухъ геометрическихъ мѣстъ охватываетъ тѣ прямыя, которыя, удовлетворяя требованіямъ, расположены по одну сторону данныхъ двухъ точекъ; второе относится къ прямымъ, которыя проходятъ между двумя данными точками.

Мы не останавливаемся на доказательствѣ того, что указанные геометрическія мѣста исчерпываютъ всѣ требуемыя прямыя, такъ какъ оно воспроизводится весьма просто.

Случай разности. Имѣемъ двѣ точки A и B . Принимая середину D прямой AB за центръ, опишемъ кругъ радіусомъ $\frac{c}{2}$ (фиг. 2) и проведемъ къ нему касательную EKF , разстоянія которой отъ точекъ A и B будутъ AE и BF . Чтобы показать, что $BF - AE = c$, проведемъ черезъ центръ D прямую, параллельную EF и пересѣкающую BF въ точкѣ H . Очевидно, что $HF = DK = \frac{c}{2}$.

Изъ подобія $\triangle KDL$ и $\triangle LAE$ слѣдуетъ, что

$$\frac{DK}{AE} = \frac{LD}{AL},$$



Фиг. 2.

а изъ подобія $\triangle\triangle DBH$ и LAE находимъ:

$$\frac{BH}{AE} = \frac{DB}{AL}.$$

Вычитая первое равенство изъ второго, получимъ:

$$\frac{BH-DK}{AE} = \frac{DB-LD}{AL}.$$

Но $DB-LD=AL$, слѣдовательно,

$$BH-AE=DK.$$

Прибавивъ къ обѣимъ частямъ послѣдняго равенства по HF , будемъ имѣть:

$$BF-AE=2DK=c.$$

Возможность примѣненія геометрическаго мѣста, состоящаго изъ окружности центра D , зависитъ отъ условія $AB > c$, при чемъ касательныя должны пересѣкаться съ отрезкомъ AB внутри его.

Для доказательства второй части теоремы проведемъ прямую PQ (фиг. 2), направленіе которой опредѣляется касательною AMN .

Назовемъ разстоянія прямой PQ отъ данныхъ точекъ черезъ AP и BQ . Такъ какъ

$$BN=2MD=c, \quad QN=AP, \text{ то}$$

$$BQ-AP=c,$$

что и требовалось доказать.

Указанное геометрическое мѣсто примѣнимо лишь при $AB > c$, при чемъ прямая, составляющія мѣсто, должны лежать *внѣ* круга D , и состоятъ вообще изъ двухъ симметричныхъ системъ параллельныхъ линій.

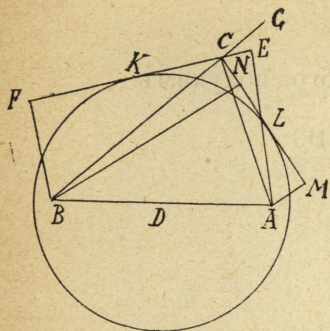
Въ настоящемъ случаѣ окружность охватываетъ тѣ прямая, которыя проходятъ между точками A и B ; прямая, параллельная касательнымъ, расположены по одну сторону данныхъ точекъ.

2. Переходя къ *построенію корней уравненія* $a \sin x + b \sin(\omega - x) = c$, замѣтимъ, что это уравненіе квадратное, а потому имѣетъ два корня. Подъ искомыми корнями будемъ разумѣть два наименьшихъ угла x' и x'' , удовлетворяющихъ данному уравненію.

Случай $0 < \omega < \pi$.

Такъ какъ величины: a , b и ω извѣстны, то всегда можно

построить треугольник ABC со сторонами $BC=a$, $AC=b$ и углом $C=\pi-\omega$ между ними (фиг. 3). Пользуясь первым геометрическим мѣстомъ предыдущей теоремы, проведемъ черезъ вершину C прямую, сумма разстояній которой отъ B и A была бы равна величинѣ c , данной въ нашемъ уравненіи. Будемъ имѣть:



Фиг. 3.

$$BF + AE = c \quad \dots \quad (1)$$

$$BN + AM = c \quad \dots \quad (2).$$

Не трудно показать, что значенія искомымъ угловъ суть:

$$x' = \angle BCF \text{ и } x'' = \angle MCG.$$

Въ самомъ дѣлѣ, если $\angle BCF = x'$, то $\angle ACE = \omega - x'$, $BF = a \sin x'$, $AE = b \sin(\omega - x')$. Подставляя значенія BF и AE въ равенство (1), получимъ уравненіе

$$a \sin x' + b \sin(\omega - x') = c.$$

Если же $\angle MCG = x''$, то $\angle ACM = \omega - x''$, $BN = a \sin x''$, $AM = b \sin(\omega - x'')$. Такимъ образомъ, помощью равенства (2), получаемъ уравненіе

$$a \sin x'' + b \sin(\omega - x'') = c.$$

Возможность построенія обусловливается возможностью проведенія касательныхъ CK и CL и выражается формулой

$$\frac{c}{2} \leq CD,$$

которую можно представить въ видѣ:

$$c \leq \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \omega}.$$

Задача имѣетъ два рѣшенія въ случаѣ знака неравенства и одно—въ случаѣ знака равенства.

Примѣчаніе. Если построить треугольникъ по a , b и $\angle \omega$ между ними, то для проведенія прямыхъ ECF и CNM нужно пользоваться вторымъ геометрическимъ мѣстомъ теоремы (1).

Случай $\pi < \omega < 2\pi$.

Положимъ, что $\omega - \pi = \varphi$. Легко убѣдиться, что уравненія

$$a \sin x + b \sin(\omega - x) = c$$

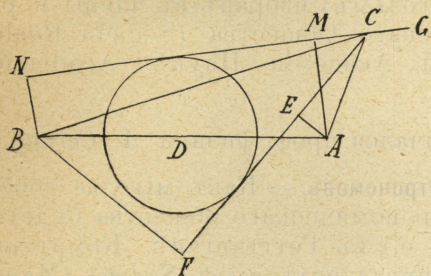
и

$$a \sin x - b \sin(\varphi - x) = c$$

тождественны.

Такимъ образомъ, условіе $\pi < \omega < 2\pi$ приведено къ виду $0 < \varphi < \pi$, что даетъ возможность построения корней заданнаго уравненія помощью теоремы (1).

Черезъ вершину С треугольника АВС, въ которомъ $BC=a$, $AC=b$ и $\angle C=\varphi$, проводимъ прямую, разность разстояній которой отъ В и А равна c (фиг. 4).



Фиг. 4.

Имѣемъ:

$$\text{BF} - \text{AE} = c \dots \dots (1)$$

И

$$\text{BN} + \text{AM} = c \dots\dots (2).$$

Значенія углов будуть: $x' = \angle BCF$ и $x'' = \angle BCG$. Дѣйствительно, если $\angle BCF = x'$, то $\angle ACE = \varphi - x'$, $BF = a \sin x'$, $AE = b \sin(\varphi - x')$. Подставляя значенія BF и AE въ равенство (1), получимъ уравненіе

$$a \sin x' - b \sin(\varphi - x') = c.$$

Если $\angle BCG = x''$, то $\angle ACM = \pi - (x'' - \varphi)$, $BN = a \sin x''$, $AM b \sin(x'' - \varphi) = -b \sin(\varphi - x'')$. Ставя въ равенство (2) вмѣсто BN и AM ихъ значенія, будемъ имѣть:

$$a \sin x'' - b \sin(\varphi - x'') = c.$$

Задача имѣть два рѣшенія, когда CD больше $\frac{c}{2}$, и одно, когда $CD = \frac{c}{2}$. Такъ какъ $2CD = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \varphi}$, то возможность построения выражается формулой:

$$c \leq \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \omega}.$$

РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

Юбилей. — 18-го (5-го) марта исполнился пятидесятилѣтній юбилей получения профессоромъ *R. Dedekind* о́мъ степени доктора въ Геттингенскомъ университетѣ. По этому поводу союзъ нѣмецкихъ математиковъ вручилъ юбиляру адресъ.

7-го мая (24-го апрѣля) исполнилось 70 лѣтъ со дня рожденія профессора математики Лейпцигскаго Университета *Carl'a Neumann'a*. Юбиларъ родился въ Кенигсбергѣ; отецъ его былъ не менѣ извѣстный физикъ *Franz Neumann*. *Carl Neumann* былъ доцентомъ въ Галле, Базелѣ и Тюбингенѣ; наконецъ, съ 1869 года онъ получилъ Лейпцигскую ординатуру и читаетъ здѣсь

до сихъ поръ. Главнѣйшія работы *C. Neumann'a* относятся къ ученію о потенциалѣ. Въ 1868 году онъ, вмѣстѣ съ *Clebsch'омъ*, основалъ журналъ „*Mathematische Annalen*“.

Избранія.—*American Philosophical Society* избрало 4-го апрѣля (н. с.) въ члены между прочимъ: проф. *A. H. Becquerel'a*, проф. *J. G. Darboux* и проф. *S. P. Thomson'a*.

Проф. *G. Mittag-Leffler* (Стокгольмъ) избранъ въ члены корреспонденты Неаполитанскаго Ученаго Общества (*Società Reale di Napoli*) и членомъ Бельгійской Академіи Наукъ (*Académie royale des sciences de Belgique*).

† *A. Cornu*.—Въ Парижѣ скончался проф. физики *A. Cornu*.

19-ый международный съѣздъ астрономовъ.—Какъ мы уже сообщали, съѣздъ международного астрономическаго общества будетъ происходить отъ 4—7 августа (н. с.) въ Геттингенѣ. Комитетъ состоитъ изъ слѣдующихъ лицъ: президентъ проф. *Seeliger* (Мюнхенъ), проф. *Bruns* (Лейпцигъ), проф. *Lehmann-Filhés* (Берлинъ), проф. *Ниренъ* (Пулково), проф. *Müller* (Потсдамъ), проф. *Weiss* (Вѣна), проф. *Dunér* (Упсала), проф. *Oudemans* (Утрехтъ),—у которыхъ можно получать болѣе подробныя свѣдѣнія.

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

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

№ 190 (4 сер.). Определить три цѣлыхъ числа x , y , z , удовлетворяющихъ равенству

$$x + y + z = xyz.$$

Проф. *В. Ермаковъ* (Кіевъ).

№ 191 (4 сер.). Часы A отстаютъ на 12 секундъ, часы B —отстаютъ на 10 секундъ, а часы C спѣшатъ на 3 секунды при одинаковомъ ходѣ. Когда часы бьютъ, то промежутки между ударами первыхъ часовъ—3 секунды, между ударами вторыхъ—4 секунды и между ударами третьихъ часовъ—5 секундъ. Определить, сколько будетъ слышно отдѣльныхъ несовпадающихъ ударовъ, когда всѣ часы пробьютъ 11 часовъ?

П. Свѣшниковъ (Уральскъ).

№ 192 (4 сер.). Составить квадратное уравненіе

$$x^2 + px + q = 0,$$

коэффициенты котораго p и q служатъ корнями этого квадратнаго уравненія.

Н. С. (Одесса);

№ 193 (4 сер.). Вычислить и построить острый уголъ x , удовлетворяющій равенству

$$7 \lg \cos x + 3 \lg \sin x = 13 \lg \operatorname{tg} x.$$

Займств. изъ *Casopis*.

№ 194 (4 сер.). Доказать, что треугольник ABC равнобедренный, если его углы составляют арифметическую, а высоты геометрическую прогрессию.

Заимств. изъ *Journal de Mathématiques élémentaires*.

№ 195 (4 сер.). Барометрическая пустота вертикального цилиндрическаго барометра имѣетъ въ объемѣ 24 кубическихъ сантиметра и въ сѣченіи 3 квадратныхъ сантиметра. Барометрическая высота ртути 77 см. Въ пустоту вводить 0,01 грамма воздуха. Определить изменившуюся высоту столба ртути надъ ея поверхностью въ чашкѣ, если эта послѣдняя настолько широка, что уровень жидкости въ ней не претерпѣваетъ замѣтнаго измѣненія. Температура опыта 0° .

Прислалъ М. Гербановскій.

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 93 (4 сер.). 1) Определить емкость сосуда, если известно, что пустой онъ вѣситъ 100 грамм., а наполненный ртутью (плотности 13,6) — 7400 граммовъ. 2) Вычислить объемъ стѣнокъ сосуда и изъ плотности, зная, что сосудъ, наполненный ртутью и погруженный въ жидкость плотности 0,8, вѣситъ 6570 граммовъ. 3) Какой объемъ свинца (плотность свинца 11,3) надо положить въ этотъ сосудъ, чтобы при погруженіи въ воду онъ оставался въ равновѣсіи?

Ртуть, наполняющая сосудъ, вѣситъ 7400 гр. — 100 гр. = 7300 граммовъ. Называя черезъ V емкость сосуда, имѣемъ:

$$7300 = 13,6V,$$

откуда

$$V = \frac{7300}{13,6} \text{ куб. см.} = 536,76 \text{ куб. сантиметровъ.}$$

Наполненный ртутью и погруженный въ жидкость плотности 0,8, сосудъ теряетъ въ вѣсѣ 7400 гр. — 6570 гр. = 830 граммовъ. Называя черезъ V' наружный объемъ сосуда, согласно съ закономъ Архимеда, имѣемъ:

$$830 = V' \cdot 0,8,$$

откуда

$$V' = \frac{830}{0,8} \text{ куб. см.} = 1037,5 \text{ куб. сантиметровъ.}$$

Слѣдовательно, объемъ стѣнокъ сосуда равняется $V' \text{ куб. см.} - V \text{ куб. см.} = 1037,5 \text{ куб. см.} - 536,76 \text{ куб. см.} = 500,74 \text{ куб. сантиметровъ}$. Такъ какъ вѣсъ сосуда равенъ 100 грамм., то плотность стѣнокъ сосуда равна $\frac{100}{500,74} = 0,199$ (почти $\frac{1}{5}$).

Пусть въ сосудъ положено x куб. сантиметровъ свинца; тогда сосудъ со свинцомъ вѣситъ $11,3x + 100$ граммовъ. Интересуясь случаемъ устойчиваго равновѣсія, мы предположимъ, что сосудъ погрузился *подъ поверхность* жидкости, такъ что вода наполнила часть сосуда, оставшуюся свободной послѣ помѣщенія въ сосудъ свинца. Объемъ воды, вытѣняемой стѣнками сосуда и свинцомъ, равенъ $500,74 + x$ куб. сантиметровъ; поэтому вытѣняемая стѣнками сосуда и свинцомъ вода вѣситъ $500,74 + x$ граммовъ. Слѣдовательно, согласно съ закономъ Архимеда, —

$$11,3x + 100 = 500,74 + x,$$

откуда

$$x = 38,9 \text{ куб. сантиметровъ.}$$

Можно было бы предположить, что сосудъ не погружается въ жидкость

подъ ее поверхность, а лишь такъ, что уровень отверстия сосуда совпадаетъ съ уровнемъ свободной поверхности жидкости. Въ этомъ случаѣ, называя объемъ свинца черезъ y найдемъ:

$$11,3y + 100 = 1037,5, \text{ откуда } y = 82,96 \text{ куб. сантиметров.}$$

Но въ этомъ случаѣ равновѣсіе не будетъ устойчивымъ, такъ какъ оно нарушается при малѣйшемъ погруженіи сосуда подъ уровень жидкости.

Г. Огановъ (Эривань); *В. Чеботаревъ* (Калачъ); *Д. Дьяковъ* (Новочеркасскъ);
П. Грицынъ (ст. Цымлянская); *Б. Заславскій* (Полтава).

№ 104 (4 сер.). *Выражение*

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

идѣтъ и нѣтъ цѣлыя числа, удовлетворяющія условіямъ

$$n > m > 1,$$

помощью тождественных преобразований представлено в видъ

$$A_0 + A_1x + A_2x^2 + \dots + A_{n+m-2}x^{n+m-2}.$$

Из ряда коэффициентов $A_0, A_1, \dots, A_{n+m-2}$ этого многочлена выбраны s первых коэффициентов так, что оказывается справедливым равенство

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

гдѣ k есть корень уравненія

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

Изъ условія задачи находимъ:

$$A_0 + A_1x + A_2x^2 + \dots + A_{n+m-2}x^{n+m-2} = (1+x+\dots+x^{n-1})(1+x+\dots+x^{m-1}) \quad (1).$$

Полагая въ обѣихъ частяхъ этого равенства $x=1$, получимъ:

$$A_0 + A_1 + A_2 + \dots + A_{n+m-2} = nm \quad (2)$$

Раскрывая скобки во второй части уравненія (1), имѣемъ:

[illegible]

Для приведеніе во второй части этого равенства, найдемъ:

$$A_0=1, \quad A_1=2, \quad A_2=3, \quad \dots, \quad A_{m-1}=m, \quad (3)$$

$$A_m = A_{m+1} = \dots = A_{n-1} = m; A_n = m-1; A_{n-1} = m-2; \dots, A_{n+m-2} = 1 \quad (4),$$

Итакъ, всѣ коэффициенты $A_0, A_1, \dots, A_{n+m-2}$ положительны, откуда слѣдуетъ

$$0 < A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1} \leq A_0 + A_1 + \dots + A_{n+m-2}.$$

Поэтому

$$\frac{A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1}}{A_0 + A_1 + \dots + A_{n+m-2}} = k \leq 1 \quad (5).$$

Представимъ теперь данное въ условиі задачи уравненіе

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

въ видѣ

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

Освобождая послѣднее уравненіе отъ знаменателя, находимъ

$$4n^2(k-1)^2 - (m+1)^2 = 0,$$

откуда

$$k-1 = \pm \frac{m+1}{2n}$$

Такимъ образомъ, для k находимъ два значенія: $k_1 = 1 + \frac{m+1}{2n}$, $k_2 = 1 - \frac{m+1}{2n}$. Но первое изъ этихъ двухъ рѣшеній придется отбросить на основаніи неравенства (5), и мы можемъ положить лишь

$$k = 1 - \frac{m+1}{2n} \quad (6).$$

Посмотримъ теперь, нельзя ли удовлетворить равенству (см. (6)),

$$\frac{A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1}}{A_0 + A_1 + \dots + A_{n+m-2}} = k = 1 - \frac{m+1}{2n} \quad (7),$$

введя въ составъ суммы $A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1}$ рядъ коэффициентовъ A_0, A_1, \dots, A_{m-1} и еще нѣсколько изъ послѣдовательныхъ коэффициентовъ $A_m, A_{m+1}, \dots, A_{n-1}$; другими словами, мы пробуемъ предположить $m \leq s \leq n-1$. Тогда, на основаніи равенствъ (3), (4), имѣемъ:

$$\begin{aligned} A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1} &= (A_0 + A_1 + \dots + A_{m-1}) + (A_m + A_{m+1} + \dots + A_{s-1}) = \\ &= \frac{m(m+1)}{2} + m(s-m) = \frac{m(2s-m+1)}{2n}. \end{aligned}$$

Слѣдовательно, (см. (2), (7))

$$\frac{m(2s-m+1)}{2mn} = 1 - \frac{m+1}{2n},$$

откуда

$$s = n - 1 \quad (8). *$$

*) Этотъ результатъ можно получить скорѣе. Изъ равенства (7) (см. (2), (4)) находимъ:

$$\begin{aligned} A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1} &= mn - \frac{m(m+1)}{2} = mn - [m + (m-1) + \dots + 2 + 1] = \\ &= A_0 + A_1 + \dots + A_{n+m-2} - (A_{n-1} + A_n + \dots + A_{n+m-2}) = \\ &= A_1 + A_2 + \dots + A_{n-2}, \text{ откуда видно, что можно положить } s = n-1. \end{aligned}$$

Такъ какъ $m \leq n-1 < n$, то формула (8) даетъ *правильное* рѣшеніе задачи. Вслѣдствіе того, что всѣ коэффициенты $A_0, A_1, \dots, A_{n+m-2}$ положительны, дробь $\frac{A_0 + A_1 + \dots + A_{s-1}}{A_0 + A_1 + \dots + A_{n+m-2}}$ при $s > n-1$ и $s < n-1$ принимаетъ соответственно значенія большія или меньшія, нежели $1 - \frac{m+1}{2n}$. Отсюда вытекаетъ, что формула (8) даетъ *единственное* возможное рѣшеніе.

Д. Коварскій (Двинскъ); *Н. С.* (Одесса); *М. Семеновскій* (Перновъ); *М. Поповъ* (Асхабадъ); *А. Разуваевъ* (Орель); *В. Гудковъ* (Свеаборгъ).

№ 108 (4 сер.). *Рѣшить уравненіе*

$$\sqrt{3x^2 - 10x + 8} - \sqrt{6x^2 + 17x - 32} = \sqrt{18x^2 - 24x}.$$

Разлагая подкоренныя выраженія на множители, представляемъ данное уравненіе въ видѣ

$$\sqrt{(3x-4)(x-2)} - \sqrt{(2x+8)(3x-4)} = \sqrt{6x(3x-4)},$$

или

$$\sqrt{3x-4} \cdot [\sqrt{x-2} - \sqrt{2x+8} - \sqrt{6x}] = 0.$$

Поэтому, или

$$\sqrt{3x-4} = 0, \text{ откуда } x_1 = \frac{4}{3},$$

или

$$\sqrt{x-2} - \sqrt{2x+8} = \sqrt{6x}.$$

Возвышая обѣ части этого уравненія въ квадратъ, перенося рacionales члены въ первую, иррациональный членъ во вторую часть, находимъ:

$$6 - 3x = 2\sqrt{(x-2)(2x+8)}.$$

Возвышая снова обѣ части въ квадратъ и перенося всѣ члены въ одну часть, получимъ послѣ приведенія:

$$x^2 - 52x + 100 = 0,$$

откуда

$$x_2 = 2; \quad x_3 = 50.$$

Но эти рѣшенія придется отбросить, такъ какъ они не удовлетворяютъ предложенному уравненію.

А. Разуваевъ (Орель); *М. Поповъ* (Асхабадъ); *М. Семеновскій* (Перновъ); *Г. Огановъ* (Эриванъ); *П. Полушкинъ* (Знаменка); *Л. Галтеринъ* (Бердичевъ); *Б. Д.* (К.); *Н. Скворцовъ*; *В. Кутше* (Елабуга); *С. Пустошинцевъ* (Елабуга); *Д. Коварскій* (Двинскъ); *В. Виноградовъ* (Елабуга); *Д. Дьяковъ* (Новочеркасскъ); *В. Гудковъ* (Свеаборгъ).

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

Издатель **В. А. Гернетъ**.

Дозволено цензурою, Одесса 11-го Мая 1902 г.

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

Обложка
щется

Обложка
щется