

Обложка  
щется

Обложка  
щется

# ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 228.

**Содержаніе:** Къ открытію Рёнтгена. I. Новый родъ лучей. *W. C. Röntgen'a.* — Побѣда надъ научнымъ матеріализмомъ. (Переводъ съ нѣмецкаго). (Окончаніе). *В. Оствальда.* — Изъ записной книжки преподавателя математики. *М. Попруженко.* — Задачи №№ 290—295. — Рѣшенія задачъ 3-ей сер. № 212. — Обзоръ научныхъ журналовъ. *Д. Е. и К. Стомича.* — Объявленія. — Содержаніе „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“ за XIX семестръ.

### КЪ ОТКРЫТІЮ РЁНТГЕНА.

**Отъ редакціи.** Въ виду живѣйшаго интереса, возбужденнаго повсемѣстно случайнымъ открытіемъ профессора Вюрцбургскаго университета В. Рёнтгена новаго вида лучей, свойства которыхъ оказались столь же поразительными какъ и неожиданными, редакція „Вѣстника Оп. Физики“, для возможно обстоятельнаго ознакомленія своихъ читателей съ этой новс областью физическихъ явленій, предполагаетъ помѣщать, начиная съ настоящаго №, подъ вышеприведеннымъ общимъ заглавіемъ, рядъ статей, рефератовъ и замѣтокъ, имѣющихъ болѣе или менѣе непосредственную связь съ этимъ вопросомъ.

Чтобы начать съ изложенія основныхъ фактовъ, большая часть которыхъ, вѣроятно, извѣстна уже читателямъ изъ газетъ и рассказовъ, считаемъ умѣстнымъ помѣстить здѣсь переводъ (съ французскаго) статьи самого пр. Рёнтгена, появившейся въ послѣднемъ № „Revue Gen. des Sciences pures et appliquées“.

#### I. Новый родъ лучей.

1. „Разрядъ большой индуктивной катушки проходитъ сквозь трубку Гитторфа, или—Ленара \*) или—Крукса, въ которой разрѣженіе

\*) О трубкахъ и опытахъ Ленара будетъ помѣщена особая статья.



доведено до очень высокой степени. Трубка окружена точно прилаженным къ ней футляромъ изъ черной бумаги. Тогда, въ комнатѣ совершенно затемненной, можно замѣтить, что бумага, покрытая съ одной стороны двойною ціанистою солью платины и барія, обнаруживаетъ яркую флуоресценцію, когда ее поднести, тою либо другою стороною, близко къ трубкѣ. Флуоресценція бумаги замѣтна еще на разстояніи двухъ метровъ отъ трубки“.

„Легко показать, что причиною флуоресценціи служить трубка съ пустою“.

2. „Отсюда заключаемъ, что существуетъ особый дѣятель, способный проникать сквозь черный картонъ, абсолютно непрозрачный какъ для ультра-фіолетовыхъ лучей, такъ и для электрическаго и солнечнаго свѣта. Интересно прослѣдить, на сколько проницаемы и другія тѣла для этого дѣятеля. Легко доказывается, что всѣ тѣла отличаются этою способностью, но лишь въ различной степени. Бумага, напримѣръ, очень прозрачна для этого дѣятеля: флуоресцирующий экранъ свѣтится, когда его помѣстить позади книги въ 1000 страницъ; типографскія чернила не представляютъ замѣтнаго препятствія. Точно также флуоресценція обнаруживается позади двухъ колодъ картъ; одна игральная карта не уменьшаетъ замѣтно яркости свѣченія. Подобно этому одинъ листъ оловяной бумаги (станіоля) даетъ на экранѣ еле замѣтную тѣнь; чтобы ее сдѣлать болѣе рѣзкою, нужно взять такихъ листовъ нѣсколько. Толстые деревянные бруски еще прозрачнѣе; сосновые доски въ 2 или 3 сантиметра толщиною поглощаютъ очень мало“.

„Алюминевая пластинка толщиною въ 15 мм. еще пропускаетъ лучи  $x$  (такъ я буду называть эти лучи для краткости), но значительно ослабляетъ флуоресценцію. Также относятся и стеклянныя пластинки такой же толщины; однако хрустальное стекло гораздо менѣе прозрачно, чѣмъ стекла, не содержащія свинца. Эбонитъ прозраченъ при толщинѣ въ нѣсколько сантиметровъ. Когда держать передъ флуоресцирующимъ экраномъ руку, кости ея даютъ густую тѣнь, а мягкія части — лишь слабо замѣтную“.

„Вода и нѣкоторыя жидкости очень прозрачны. Водородъ, повидимому, не болѣе проницаемъ какъ и воздухъ. Мѣдь, серебро, свинецъ, золото и платина тоже пропускаютъ эти лучи, но только въ томъ случаѣ, когда эти металлы взяты въ видѣ тонкихъ пластинокъ. Платина при толщинѣ слоя въ 2 мм. еще обнаруживаетъ слѣды прозрачности. Серебро и мѣдь — болѣе прозрачны. Свинецъ, при толщинѣ 1,05 мм., практически, уже непрозраченъ. Деревянный брусокъ квадратнаго поперечнаго разрѣза, въ 2 см. ширины и толщины, выкрашенный съ одной стороны бѣлою свинцовою краскою, даетъ лишь слабую тѣнь въ томъ случаѣ, когда пронизывающіе его лучи  $x$  параллельны выкрашенной грани, но тѣнь становится черною, когда повернуть брусокъ такъ, чтобы лучи проходили черезъ краску. Соли металловъ, въ твердомъ видѣ или въ растворахъ, вообще говоря, относятся такъ же, какъ и самые металлы“.

3. „Приведенные опыты приводятъ къ заключенію, что проницаемость тѣлъ обуславливается ихъ плотностью. По крайней мѣрѣ ни-



какое другое свойство тѣлъ не имѣть, повидимому, столь непосредственнаго вліянія. Однакожь одна плотность тѣлъ не опредѣляетъ еще ихъ прозрачности. Это доказывается расположеніемъ передъ экраномъ пластинокъ равной толщины изъ исландскаго шпата, изъ стекла, изъ алюминія и изъ кварца. Изъ этихъ тѣлъ наиболѣе прозрачнымъ оказывается исландскій шпатъ, а между тѣмъ плотность его приблизительно такая же. Я не могъ замѣтить, чтобы исландскій шпатъ обнаруживалъ болѣе значительную степень флуоресценціи по сравненію со стекломъ (см. ниже § 6)“.

4. „Увеличивая толщину, увеличиваемъ сопротивленіе, представляемое всѣми тѣлами проникновенію лучей. На фотографической пластинкѣ была снята тѣнь отъ нѣсколькихъ листиковъ станіоля, наложенныхъ одинъ на другой выступами, какъ ступеньки лѣстницы, и представляющихъ такимъ образомъ правильныя измѣненія толщины. Этотъ снимокъ будетъ подвергнутъ фотометрическимъ измѣреніямъ, когда можно будетъ имѣть въ распоряженіи соотвѣтственный приборъ“.

5. „Пластины изъ платины, свинца, цинка и алюминія были приготовлены такъ, что обнаруживали одинаковые эффекты ослабленія. Нижеслѣдующая табличка указываетъ относительную толщину этихъ пластинокъ и ихъ плотности:

	Толщина	Относ.	Плотность
Платина	0,018 мм.	1	21,5
Свинецъ	0,050 „	3	11,3
Цинкъ	0,100 „	6	7,1
Алюминій	3,500 „	200	2,6

„Изъ этихъ чиселъ видно, что нельзя опредѣлить степени прозрачности произведеніемъ плотности на толщину слоя тѣла; прозрачность возрастаетъ гораздо быстрѣе нежели это произведеніе убываетъ“.

6. „Флуоресценція платино-ціанистаго барія не представляетъ единственнаго явленія, вызываемаго дѣйствіемъ лучей  $x$ . Слѣдуетъ замѣтить, что и нѣкоторыя другія тѣла флуоресцируютъ подъ вліяніемъ этихъ лучей, таковы напримѣръ сѣрнокальціевая соль, урановое стекло, исландскій шпатъ, каменная соль и пр.“

„Особенный интересъ имѣетъ въ данномъ случаѣ тотъ фактъ, что сухія фотографическія пластинки оказались чувствительными къ дѣйствію лучей  $x$ . Благодаря этому, можно довести явленія до наглядности, избѣгнувъ опасности ошибокъ. Этимъ способомъ я подтвердилъ многія наблюденія, первоначально сдѣланныя при посредствѣ флуоресцирующаго экрана. Свойство лучей  $x$  проникать сквозь дерево и картонъ является въ данномъ случаѣ особенно цѣннымъ. Чтобы подвергнуть дѣйствію этихъ лучей фотографическую пластинку, нѣтъ надобности открывать заслонку заключающей ее кассеты или какого нибудь иного предохранительнаго ящика, и поэтому процессъ фотографированія не зачѣмъ вести въ темнотѣ. Само собою понятно, что пластинки, не подвергаемыя данному наблюденію, не должны быть оставляемы въ ихъ ящикахъ вблизи трубки, въ которой производится разрядъ“.



„Слѣдовало бы узнать, дѣйствуютъ ли лучи  $x$  непосредственно на фотографическую пластинку, или же эффектъ, вызываемый ими, обусловливается флуоресценціею самаго вещества пластинки. Коллодіонныя пластинки также воспріимчивы, какъ и обыкновенныя сухія“.

„Мнѣ не удалось обнаружить никакого тепловаго эффекта лучей  $x$ . Можно однако предполагать, что таковой эффектъ существуетъ: явленія флуоресценціи доказываютъ, что лучи  $x$  подлежатъ трансформации. Слѣдовательно, не подлежитъ сомнѣнію, что всѣ падающіе на нѣкоторое тѣло лучи  $x$  не оставляютъ его въ прежнемъ своемъ состояніи“.

„Сѣтчатая оболочка глаза абсолютно нечувствительна къ этимъ лучамъ: глазъ, находящійся совѣмъ близко къ прибору, не видитъ ничего. Изъ прежнихъ опытовъ слѣдуетъ, что этого нельзя объяснить недостаточною проникаемостью внутренняго содержимаго глаза“.

7. „Послѣ моихъ опытовъ надъ прозрачностью различныхъ тѣлъ въ зависимости отъ ихъ толщины, я желалъ убѣдиться, могутъ ли лучи  $x$  быть отклоняемы призмой. Наблюденія съ водою и сѣрнистымъ углеродомъ, заключаемыми въ призмы изъ слюды съ угломъ въ  $30^0$ , не обнаружили никакого отклоненія, какъ при употребленіи фотографическихъ пластинокъ, такъ и флуоресцирующаго экрана. Для сравненія, на тѣ же призмы принимались и свѣтовые лучи; отклоненія для послѣднихъ были соотвѣтственно въ 10 мм. и 20 мм.“.

„Съ призмами изъ эбонита и алюминія получились фотографіи, позволяющія предполагать нѣкоторое отклоненіе. Тѣмъ не менѣе оно весьма сомнительно и соотвѣтствуетъ въ крайнемъ случаѣ показателю преломленія въ 1,05. Съ флуоресцирующимъ экраномъ нельзя было замѣтить никакого уклоненія лучей. Опыты съ тяжелыми металлами не привели пока къ опредѣленному результату, по причинѣ малой прозрачности этихъ металловъ и происходящаго вслѣдствіе этого ослабленія лучей“.

„Вопросъ о томъ, могутъ ли лучи  $x$  преломляться, имѣетъ достаточно существенное значеніе для того, чтобы примѣнить къ его рѣшенію другіе еще способы. Измельченные въ порошокъ тѣла, при небольшой толщинѣ, пропускаютъ лишь незначительную часть падающихъ на нихъ свѣтовыхъ лучей, по причинѣ отраженія и преломленія таковыхъ. Для лучей  $x$ , напротивъ того, такіе порошкообразные слои, при данной массѣ, оказываются столь же прозрачными, какъ и тѣ твердыя тѣла, изъ коихъ они приготовлены. Нельзя поэтому прійти къ установленію для лучей  $x$  какого бы то ни было отраженія или преломленія. Опыты производились надъ превращенною въ мельчайшій порошокъ каменною солью, надъ электролитическимъ серебромъ въ видѣ порошка и надъ цинковою пылью, служившей уже нѣсколько разъ для химическихъ опытовъ. Во всѣхъ случаяхъ результаты, полученные какъ при помощи флуоресцирующаго экрана, такъ и фотографическаго приѣма, не обнаружили никакого различія въ прозрачности порошковъ и соотвѣтствующихъ имъ твердыхъ тѣлъ“.

„Ясно, поэтому, что нельзя разсчитывать на линзы для сконцентрированія лучей  $x$ ; въ самомъ дѣлѣ большихъ размѣровъ линзы изъ эбонита и стекла оказались для этой цѣли непригодными. Фотографи-



ческая тѣнь круглаго стержня гуще въ центрѣ нежели по краямъ; изображеніе цилиндра, выполненнаго веществомъ, болѣе нежели стѣнки его прозрачнымъ, представляется болѣе свѣтлымъ въ серединѣ, чѣмъ по краямъ“.

8. „Предыдущіе опыты и другіе, о которыхъ я здѣсь не упомянулъ, показываютъ, что лучи  $x$  не подлежатъ отраженію. Тѣмъ не менѣе будетъ полезно сообщить подробности одного наблюденія, которое на первый взглядъ могло привести къ обратному заключенію“.

„Фотографическую пластинку, защищенную листомъ черной бумаги, я выставилъ на дѣйствіе лучей  $x$  такимъ образомъ, чтобы къ разрядной трубкѣ была обращена ея задняя (свободная) сторона. Чувствительный слой пластинки былъ покрытъ мѣстами звѣздочками, вырѣзанными изъ платины, свинца, цинка и алюминія. Проявленный негативъ обнаружилъ, что пластинка подверглась сильной реакціи лучей передъ платиной, свинцомъ и еще сильнѣе передъ цинкомъ; алюминій же—не далъ изображенія. Слѣдовало, повидимому, заключить отсюда, что первые три металла способны отражать лучи  $x$ ; тѣмъ не менѣе возможно здѣсь и другое толкованіе, и я повторилъ этотъ опытъ съ тѣмъ лишь видоизмѣненіемъ, что между металлическими звѣздочками и чувствительнымъ слоемъ пластинки помѣстилъ чрезвычайно тонкій листикъ алюминія. Этотъ листикъ не прозраченъ для лучей ультра-фіолетовыхъ, но прозраченъ для лучей  $x$ . На снимкѣ и на этотъ разъ получился прежній результатъ, обнаруживая опять существованіе отраженія на поверхности металловъ“.

„Если сопоставить этотъ результатъ съ прозрачностью порошковъ и съ фактомъ, что состояніе поверхности тѣлъ не обнаруживаетъ никакого вліянія на прохожденіе сквозь нихъ лучей  $x$ , приходится сдѣлать вѣроятный выводъ, что правильное отраженіе здѣсь мѣста не имѣетъ, но что по отношенію къ лучамъ  $x$  тѣла играютъ ту же роль, какъ мутныя среды по отношенію къ лучамъ свѣтовымъ“.

„Такъ какъ на поверхностяхъ раздѣла между двумя средами не замѣчается никакихъ слѣдовъ преломленія, то кажется правдоподобнымъ, что лучи  $x$  проникаютъ сквозь всѣ вещества съ одинаковою скоростью въ средѣ, проникающей всѣ тѣла и омывающей ихъ молекулы. Эти послѣднія задерживаютъ лучи  $x$  съ тѣмъ большею силою, чѣмъ больше плотность даннаго тѣла“.

9. „Казалось возможнымъ вліяніе геометрическаго расположенія молекулъ тѣла на пронизывающіе его лучи  $x$ , такъ что исландскій шпатъ, напримѣръ, могъ бы обнаружить различіе въ зависимости отъ расположенія оси его кристалла относительно направленія лучей. Предпринятые для рѣшенія этого вопроса опыты надъ кварцемъ и исландскимъ шпатомъ не дали, однако, никакого результата“.

10. „Извѣстно, что Ленаръ своими изслѣдованіями катодныхъ лучей \*) показалъ, что они представляютъ видоизмѣненія эфирной среды и проходятъ сквозь всѣ тѣла. То же относится и къ лучамъ  $x$ “.

\*) „Катодными“ лучами, о которыхъ подробнѣе будетъ изложено въ другихъ статьяхъ, называются невидимые лучи, исходящіе въ трубкахъ Крукса и др. изъ ка-



„Въ своей послѣдней работѣ Ленаръ опредѣлилъ коэффициенты поглощенія катодныхъ лучей различными веществами, въ томъ числѣ и воздухомъ при атмосферномъ давленіи, для котораго получились числа: 4,1; 3,4 и 3,1 на одинъ сантиметръ, соотвѣтственно степени разрѣженія газа въ трубкѣ. Я дѣлалъ свои наблюденія при такомъ же давленіи, а также, при случаѣ, и при давленіяхъ болѣе сильныхъ и болѣе слабыхъ. Употребляя фотометръ Вебера, я нашелъ что яркость флуоресценціи измѣняется, приблизительно, обратно пропорціонально квадратамъ разстояній флуоресцирующаго экрана отъ трубки. Этотъ законъ является результатомъ трехъ серій весьма согласныхъ наблюденій при разстояніяхъ 100 и 200 мм. Воздухъ, слѣдовательно, поглощаетъ лучи  $x$  гораздо менѣе нежели катодные лучи. Это вполне согласуется съ ранѣе приведеннымъ фактомъ, что флуоресценція экрана замѣчается даже при удаленіи его на 2 метра отъ трубки. Другія тѣла, вообще, относятся подобно воздуху: они болѣе прозрачны для лучей  $x$  чѣмъ для лучей катодныхъ“.

11. „Новое различіе, которое должно быть отмѣчено, касается дѣйствія магнита. Мнѣ не удалось замѣтить ни малѣйшаго отклоненія лучей  $x$  даже въ очень сильномъ магнитномъ полѣ“.

„Вызываемое магнитомъ отклоненіе катодныхъ лучей представляетъ одно изъ ихъ характерныхъ особенностей. Герцъ и Ленаръ нашли, что существуетъ нѣсколько видовъ катодныхъ лучей, отличающихся между собою по способности возбуждать фосфоресценцію, по ихъ поглощаемости и по степени отклоненія магнитомъ; но это отклоненіе для всѣхъ видовъ катодныхъ лучей наблюдалось замѣтное, и потому я полагаю, что отклоняемость этихъ лучей магнитомъ есть ихъ отличительное свойство, которое нельзя упускать изъ виду“.

12. „Изъ большого числа повѣрокъ, слѣдуетъ, что источникомъ лучей  $x$ , въ которомъ они зарождаются и изъ котораго распространяются по всѣмъ направленіямъ, служатъ тѣ части стѣнокъ разрядной трубки, гдѣ замѣчается наиболѣе яркая флуоресценція, т. е. что лучи  $x$  исходятъ изъ того мѣста, въ которомъ катодные лучи падаютъ на стекло. Когда при помощи магнита отклонимъ путь катодныхъ лучей въ трубкѣ, тотчасъ же обнаружится, что и лучи  $x$  исходятъ уже изъ другой части трубки, опять оттуда, гдѣ оканчиваются лучи катодные“.

„Въ виду этого лучи  $x$ , неотклоняемые магнитомъ, не могутъ быть разсматриваемы какъ лучи катодные, прошедшіе сквозь стекло, ибо такой переходъ, согласно Ленару, не можетъ быть причиною различія въ отклоненіи. Я прихожу къ заключенію, что лучи  $x$  не тождественны съ катодными лучами, но что они вызываются послѣдними на поверхности трубки“.

---

тогда при разрядѣ индукт. катушки и распространяющіеся прямолинейно независимо отъ расположенія анода. Они отклоняются магнитомъ и вызываютъ сильную флуоресценцію въ той части стекла трубки, на которую падаютъ.



13. „Лучи  $x$  получаются не только въ стеклѣ: я получилъ ихъ въ аппаратѣ, замкнутомъ алюминіевою пластинкою въ 2 мм. толщины. Въ дальнѣйшемъ, я предполагаю испытать въ этомъ отношеніи и другія вещества“.

14. „Названіе „лучей“, данное этому дѣятелю, отчасти оправдывается тѣми правильными силуэтами, какіе получаются при помѣщеніи какого нибудь тѣла, болѣе или менѣе проникаемаго, между источникомъ и флуоресцирующимъ экраномъ или фотографическою пластинкою“.

„Я наблюдалъ и фотографировалъ большое число такихъ силуэтовъ. Такъ, я имѣю снимокъ части двери, выкрашенной бѣлою свинцовою краскою; я получилъ его, расположивъ разрядную трубку по одну сторону двери, а чувствительную пластинку—по другую сторону. Имѣю также тѣны скелета руки, проволоки свернутой спиралью, коллѣкціи разновѣсокъ въ ящикѣ, буссоли въ металлической коробкѣ, куска металла, неоднородность строенія коего обнаружена лучами  $x$  \*), и нѣкоторыхъ другихъ предметов“.

„Для демонстраціи прямолинейнаго распространенія лучей имѣю фотографію, снятую при посредствѣ камеры, съ разряднаго аппарата покрытаго черною бумагою; она блѣдна, но вполне явственна“.

15. „Я пытался произвести интерференцію лучей  $x$ , но безуспѣшно, быть можетъ по причинѣ слабаго ихъ напряженія“.

16. „Исслѣдованія надъ вліяніемъ на лучи  $x$  силъ электростатическихъ теперь только предприняты, но еще не окончены“ \*\*).

17. „Возникаетъ вопросъ: что же такое эти лучи? Такъ какъ это не катодные лучи, то можно было бы допустить, основываясь на ихъ способности вызывать флуоресценцію и химическія дѣйствія, что они обуславливаются ультра-фіолетовою частью спектра. Этой гипотезѣ, однакожь, противорѣчитъ вѣское сопоставленіе фактовъ. Въ самомъ дѣлѣ, если бы лучи  $x$  были лучами ультра-фіолетовыми, то эти послѣдніе должны бы:“

a) „Не преломляться при переходѣ изъ воздуха въ воду, въ сѣрный углеродъ, въ алюминій, каменную соль, стекло или цинкъ“;

b) „Не претерпѣвать правильнаго отраженія отъ поверхности помѣщенныхъ тѣлъ“;

c) „Не поляризоваться ни однимъ изъ обыкновенныхъ поляризаторовъ“;

d) „Поглощаться различными тѣлами главнымъ образомъ въ зависимости отъ ихъ плотности“.

\*) Не воспроизводимъ здѣсь этихъ рисунковъ, такъ какъ изготовленіе ихъ ксилографически было бы затруднительно, а большинство читателей, вѣроятно, видѣли ихъ уже въ различныхъ журналахъ и даже газетахъ.

*Прим. ред.*

\*\*) Предпринятые въ Одессѣ опыты проф. Пильчиковымъ рѣшаютъ, повидимому, этотъ вопросъ отрицательно.—Опыты эти будутъ сообщены въ ближайшихъ №№; многіе изъ нихъ весьма интересны и новы.

*Прим. ред.*



„Это было бы равносильно утверждению, что ультра-фіолетовые лучи должны относиться совершенно иначе нежели лучи видимые свѣтовые, или инфра-красные и извѣстные уже намъ ультра-фіолетовые. Это достаточно невѣроятно, чтобы побудить меня искать другого допущенія“.

„Есть, повидимому, нѣкоторое соотношеніе между новыми лучами и лучами свѣта; по крайней мѣрѣ на это указываетъ образованіе тѣней, вызываніе флуоресценціи и химическихъ дѣйствій. Давно извѣстно, что кромѣ тѣхъ колебаній, коими обуславливаются явленія свѣтовые, возможно существованіе въ средѣ ээира и продольныхъ колебаній; нѣкоторые физики даже думаютъ, что такіа колебанія должны имѣть мѣсто. Приходится однакожъ замѣтить, что существованіе въ ээирѣ такихъ продольныхъ колебаній никогда не было доказано и ихъ свойства не были установлены экспериментальнымъ путемъ. Не должны ли быть приписаны этимъ продольнымъ ээирнымъ волнамъ новые лучи?“

„Я долженъ заявить, что въ теченіе моихъ изысканій въ этой области, я все болѣе и болѣе свыкался съ этой идеей, которую позволилъ себѣ высказать; не скрываю однакожъ, что подобная гипотеза пуждается въ болѣе прочной установкѣ“.

(W. C. Röntgen, „Revue gen. des Sciences“ № 2, 1896).

## ПОБѢДА

надъ научнымъ матерьялизмомъ.

(Окончаніе \*).

Выводъ изъ тѣхъ соображеній, которыя насъ до сихъ поръ занимали, чисто отрицателенъ: мы научились, чего не слѣдуетъ дѣлать, и, кажется, нѣтъ особенной пользы въ томъ, чтобы и дальше приводить такіе отрицательные результаты. Однако уже и здѣсь мы можемъ отмѣтить успѣхъ, который многимъ изъ васъ покажется небезполезнымъ. Мы находимъ на нашемъ пути возможность критически устранить одно воззрѣніе, которое въ свое время надѣлало не мало шума и причинило большія заботы многимъ изъ заинтересованныхъ лицъ. Я разумѣю общеизвѣстные разсужденія, которыя были изложены знаменитымъ физиологомъ берлинскаго университета, *Эмилемъ дю Буа-Реймономъ*, сперва на собраніи естествоиспытателей въ Лейпцигѣ 23 года тому назадъ, а затѣмъ въ нѣкоторыхъ сочиненіяхъ, нашедшихъ обширный кругъ читателей, которыя касались видовъ на наше будущее познаніе природы и которыя сводятся ко много комментированному „*ignorabimus*“. Въ длинномъ спорѣ, завязавшемся по поводу этой рѣчи, *дю Буа-Рей-*

\*) См. „Вѣстника Оп. Физики“ № 227.



монъ, насколько я могу видѣть, остался на дѣлѣ побѣдителемъ, не смотря на всѣ нападки, ибо всѣ его противники исходили изъ того же основного положенія, изъ котораго и онъ вывелъ свое *ignorabimus* и его выводы столь же надежны, какъ и это основное положеніе. Это основное положеніе, въ которомъ, между прочимъ, никто не сомнѣвался, есть *механическое воззрѣніе на міръ*, т. е. допущеніе, что разнѣшеніе явленій въ систему движущихся матеріальныхъ точекъ и есть та цѣль, которой можетъ достигнуть объясненіе природы. Но если это основное положеніе рушится, — а мы видѣли, что оно должно рушиться, — то съ нимъ вмѣстѣ падаетъ и *ignorabimus*, и для науки снова открывается свободная дорога.

Я не думаю, Милостивые Государи, что вы встрѣтите этотъ выводъ съ удивленіемъ; ибо если я могу судить по своему собственному опыту, то едва ли какой нибудь естествоиспытатель серьезно вѣрилъ въ это *ignorabimus*, хотя и не отдавали себѣ отчета, въ чемъ именно заключается слабая сторона этого вывода. И конечно выгода, доставленная отрицательной критикой механическаго міровоззрѣнія и состоящая въ формальномъ устраненіи этого грознаго призрака (*ignorabimus*), имѣетъ нѣкоторое значеніе для мыслителя, который ничего не могъ противопоставить неустранимой логикѣ доказательствъ *дю Буа-Реймона*.

То, что наглядности ради излагалось здѣсь относительно особыхъ случаевъ, имѣетъ, однако, значительно большую примѣнимость: устраненіе механической конструкціи міра касается основного положенія всего матеріалистическаго міровоззрѣнія, принимая этотъ терминъ въ научномъ смыслѣ. Если стремленіе объяснить механически извѣстные намъ физическія явленія оказывается напраснымъ предпріятіемъ, терпящимъ въ концѣ концовъ неудачу при каждомъ отдѣльномъ серьезномъ опытѣ, то неизбѣжно является заключеніе, что это тѣмъ менѣе удастся при несравненно болѣе запутанныхъ явленіяхъ органической жизни. Тѣ же самыя принципиальныя возраженія сохраняютъ и здѣсь свое значеніе, и утвержденіе, что всѣ явленія природы могутъ быть сведены къ механическимъ, не имѣетъ права на названіе удобопримѣнимой рабочей гипотезы; оно является только лишь простымъ заблужденіемъ.

Яснѣе всего это заблужденіе выступаетъ по отношенію къ слѣдующимъ фактамъ. Механическія уравненія обладаютъ всѣмъ тѣмъ свойствомъ, что они допускаютъ измѣненіе знака для *величины времени*. Это значить, что совершенные теоретически процессы могутъ одинаково хорошо совершаться и впередъ и назадъ. Въ чисто механическомъ мірѣ не существовало бы поэтому понятій „раньше“ и „позже“ въ смыслѣ нашего міра; дерево могло бы опять превратиться въ черенокъ или въ сѣмя, бабочка — въ личинку, старикъ — въ ребенка. Для того факта, что этого не происходитъ, механическое міровоззрѣніе не даетъ никакого объясненія, и не можетъ дать никакого, благодаря упомянутому свойству механическихъ уравненій. Фактическая необратимость происходящихъ въ дѣйствительности явленій природы доказываетъ такимъ образомъ существованіе процессовъ, которые не могутъ быть выражены механическими уравненіями, а этимъ произнесенъ приговоръ научному матеріализму.

Мы должны поэтому, — кажется это съ полной достовѣрностью вы-



текаетъ изъ приведенныхъ соображеній,—окончательно отказаться отъ надежды *наглядно* представить себѣ физическій міръ, свѣдя явленія къ механикѣ атомовъ. Но, могутъ мнѣ сказать, если у насъ отнимутъ представленіе о подвижныхъ атомахъ, то какое же средство останется въ нашемъ распоряженіи, чтобы создать себѣ картину дѣйствительности? На такой вопросъ я могъ бы воскликнуть: не сотвори себѣ кумира елико подобія! Наша задача не состоитъ въ томъ, чтобы видѣть міръ въ болѣе или менѣе мутномъ или искривленномъ зеркалѣ, но въ томъ, чтобы видѣть его настолько непосредственно, насколько это позволяетъ намъ свойство нашего ума. Задача науки заключается въ томъ, чтобы ставить въ опредѣленные отношенія другъ къ другу *реальности*, т. е. доступныя познанію и измѣренію величины, такъ что если нѣкоторыя изъ нихъ даны, остальные могутъ быть просто выведены, и эта задача можетъ быть рѣшена не благодаря какой бы то ни было гипотетической картинѣ, а только лишь доказываніемъ взаимныхъ зависимостей измѣримыхъ величинъ.

Несомнѣнно путь этотъ длиненъ и труденъ, но онъ лишь одинъ является допустимымъ. Однако намъ не приходится идти по немъ съ горькимъ отреченіемъ по отношенію къ самимъ себѣ и съ надеждою, что онъ приведетъ когда нибудь нашихъ правнуковъ на желанную высоту. Нѣтъ, мы сами являемся этими счастливыми, и самый богатый надеждами научный даръ, который истекающее столѣтіе можетъ предложить разсвѣтающему, есть замѣна механическаго міровоззрѣнія *энергетическимъ*.

Милостивые Государи! Я считаю здѣсь самымъ важнымъ подчеркнуть, что тутъ рѣчь идетъ не о чемъ нибудь безусловно новомъ, даномъ лишь нашимъ днямъ. Нѣтъ, этимъ мы обладаемъ уже впродолженіи полустолѣтія, сами того не созная. Если куда нибудь подходитъ выраженіе „тайнственно явно“, то это именно сюда: ежедневно мы читали это воззрѣніе и мы его не понимали.

Когда 53 года тому назадъ *Юлій Робертъ Майеръ* открылъ впервые эквивалентность различныхъ силъ природы, или, какъ говорятъ теперь, эквивалентность различныхъ формъ энергіи, онъ сдѣлалъ важный шагъ въ положительномъ направленіи. Но, благодаря вѣчно повторяющемуся закону мышленія, новое понятіе никогда не воспринимается въ столь же чистомъ, непомраченномъ видѣ, въ какомъ оно было предложено. Воспринимающій понятіе, который самъ внутренне не пережилъ процесса, а получилъ это понятіе извнѣ, прежде всего стремится, насколько это возможно, къ тому, чтобы присовокупить новое къ уже существующему. Такимъ образомъ новая мысль искажается и если не становится ложной, то все же лишается своей лучшей силы. Эта особенность мышленія дѣйствуетъ до того сильно, что даже самъ открывшій новую идею не ускользаетъ отъ ея вліянія; такъ громадной умственной силы *Коперника* хватило на то, чтобы заставить солнце и землю обмѣняться мѣстами въ ихъ движеніи, но она оказалась недостаточной, чтобы охватить также и движенія прочихъ подвижныхъ звѣздъ въ ихъ простотѣ; для этихъ послѣднихъ онъ удержалъ доставшуюся въ наслѣдіе теорію эпицикловъ. Нѣчто подобное случилось и съ *Майеромъ*. Поэтому работа слѣдующихъ поколѣній, какъ это почти



всегда бываетъ, состояла не въ пользованіи выводами изъ новаго познанія, но главнымъ образомъ въ томъ, чтобы устранить одну за другой произвольныя, неидущія къ дѣлу подмѣсы, пока наконецъ основная мысль не обнаружилась во всей простотѣ своего величія.

Такая же эволюція можетъ быть открыта и въ интересующемъ насъ случаѣ. Послѣ того какъ Ю. Р. Майеръ установилъ свой законъ эквивалентности, его мысль объ эквивалентной превратимости различныхъ формъ энергіи оказалась слишкомъ странной, чтобы быть принятой непосредственно. И даже три изслѣдователя, которымъ мы больше всего обязаны благодарностью за проведеніе этого закона, — Гельмгольцъ, Клаузиусъ и Вилліамъ Томсонъ, — всѣ трое считали необходимымъ „объяснять“ этотъ законъ тѣмъ, что всѣ различные роды энергіи одинаковы въ своей основѣ, а именно всѣ представляютъ собою *механическую* энергію. Такимъ образомъ достигли того, что казалось самымъ нужнымъ: непосредственнаго присоединенія этого закона къ господствующему механическому воззрѣнію на природу; но положительная сторона новой идеи при этомъ пропала.

Потребовалось цѣлое полустолѣтіе, пока созрѣло сознаніе, что эта гипотетическая подмѣса къ закону энергіи не давала болѣе глубокаго его пониманія, но напротивъ — являлась отреченіемъ отъ самой важной его стороны: — свободы его отъ какой бы то ни было произвольной гипотезы. И не сознаніе этого методическаго обстоятельства является для современнаго прогресса науки, поскольку онъ вообще существуетъ, рѣшительнымъ поводомъ къ отказу отъ механическаго толкованія, но окончательная неудача всѣхъ попытокъ удовлетворительно объяснить механически прочія формы энергіи.

Но, Милостивые Государи, вы съ нетерпѣніемъ желаете узнать, какъ это при помощи столь отвлеченнаго понятія, какъ понятіе объ энергіи, возможно составить міровоззрѣніе, которое могло бы сравниться съ механическимъ по ясности и наглядности. Отвѣтъ для меня не труденъ. Что мы воспринимаемъ отъ физическаго міра? Очевидно только то, что намъ доставляютъ о немъ наши органы чувствъ. Но какое же условіе должно быть выполнено, чтобы какой либо изъ этихъ органовъ пришелъ въ дѣйствіе? Мы можемъ вертѣть этотъ вопросъ какъ угодно, и не найдемъ ничего общаго для всѣхъ органовъ, кромѣ слѣдующаго: *органы чувствъ реагируютъ на различія между ихъ энергіей и энергіей окружающей среды.* Въ мірѣ, температура котораго повсюду была бы равна температурѣ нашего тѣла, мы никоимъ образомъ не могли бы узнать чего нибудь о теплотѣ, подобно тому, какъ мы не получаемъ никакого ощущенія отъ постояннаго атмосфернаго давленія, подъ которымъ живемъ; намъ удастся познать его, только когда мы создаемъ пространства другого давленія.

Хорошо; это вы готовы признать. Кромѣ того вы не захотите отречься отъ матеріи, ибо должна же энергія имѣть *носителя*. Я же спрошу: почему? Если все, что мы ощущаемъ о внѣшнемъ мірѣ, есть лишь соотношенія его энергіи, то какое же у насъ есть основаніе принимать въ томъ же самомъ внѣшнемъ мірѣ что либо, о чемъ мы никогда ничего не узнавали? Да, отвѣтятъ мнѣ, но вѣдь энергія есть лишь нѣчто воображаемое, только абстракція, тогда какъ матерія есть



дѣйствительность. Но я возражаю: *Наоборотъ!* Матерія есть плодъ мысли, который мы—довольно несовершенно—создали себѣ, чтобы представлять длящееся въ смѣнѣ явленій. Если же мы начинаемъ понимать, что дѣйствительное, т. е. то, что *дѣйствуетъ* на насъ, есть только энергія, то намъ остается разсмотрѣть, въ какомъ отношеніи находятся оба эти понятія, — и мы получимъ несомнѣнный выводъ, что сказуемое „реальна“ можетъ быть присуждено только энергіи.

Эта отличительная сторона новаго воззрѣнія выступить быть можетъ яснѣе, если я въ самомъ краткомъ историческомъ очеркѣ приведу вамъ образованіе понятія, о которомъ идетъ рѣчь. Мы уже видѣли, что успѣхъ науки отмѣчается нахожденіемъ все болѣе и болѣе общихъ *инвариантовъ*, и я указалъ уже на то, какъ первая изъ этихъ неизмѣнныхъ величинъ, масса, была расширена въ *матерію*, т. е. въ массу, снабженную объемомъ, вѣсомъ и химическими свойствами. Но уже а priori очевидно, что этого понятія было недостаточно, чтобы свѣтоваться съ явленіями въ ихъ безпрестанной измѣнчивости,—и со временъ *Гамлея* къ нему прибавили еще понятіе о *силѣ*, чтобы не остаться въ долгу и передъ этой стороною міра. Но силѣ не хватало свойства неизмѣнчивости, и послѣ того, какъ въ механикѣ были найдены въ лицѣ живой силы и величины работы функціи, которыя оказались частными инвариантами, *Майеръ* открылъ въ лицѣ энергіи самый общій инвариантъ, господствующій надъ всей областью физическихъ силъ.

Сообразно съ этимъ историческимъ развитіемъ, матерія и энергія были осуждены на совмѣстное существованіе, и все, что умѣли говорить объ ихъ отношеніи другъ къ другу, — это, что онѣ по большей части бывають вмѣстѣ, или что матерія есть носитель или сосудъ энергіи.

Но дѣйствительно ли матерія и энергія отличны другъ отъ друга, какъ хотя бы тѣло и душа? Или же, напротивъ, то, что мы знаемъ и говоримъ о матеріи, уже содержится въ понятіи объ энергіи, такъ что при помощи одной лишь этой величины можно представить всю совокупность явленій? По моему убѣжденію отвѣтъ не допускаетъ сомнѣній. Въ понятіи о матеріи прежде всего заключается масса, т. е. способность вмѣщать энергію движенію, далѣе протяженность или объемная энергія, затѣмъ вѣсъ или особый родъ энергіи положенія, обнаруживающійся въ тяжести вообще, и наконецъ химическія свойства, т. е. химическая энергія. Все время приходится говорить объ энергіи, и если мы вообразимъ себѣ матерію, лишенную различныхъ родовъ энергіи, то не останется *равно ничего*, даже и пространства, которое она занимала, ибо и это послѣднее познается только благодаря той энергіи, которую надо затратить, чтобы проникнуть въ него. Итакъ матерія есть ничто иное, какъ пространственно ассоціированная группа различныхъ энергій, и все, что мы желаемъ говорить о матеріи, мы говоримъ только объ этихъ энергіяхъ.

То, что я стараюсь здѣсь изложить, столь важно, что вы меня простите, если я постараюсь подойти ближе къ предмету еще и съ другой стороны. Позвольте мнѣ, Милостивые Государи, взять для этой цѣли самый сильный примѣръ, какой только я могу найти. Представьте



себѣ, что вы получаете ударъ палкой! Что вы тогда почувствуете, палку или ея энергію? Отвѣтъ можетъ быть только одинъ: *энергію*. Ибо палка—добродушнѣйшій въ мірѣ предметъ, пока ея не начнутъ размахивать. Но вѣдь мы можемъ также наткнуться и на покоящуюся палку! Совершенно вѣрно: то, что мы чувствуемъ, это,—какъ было уже сказано,—*различія* въ состояніи энергіи относительно нашего аппарата чувствъ, а потому совершенно безразлично, палка ли движется противъ насъ, или мы противъ палки. Если же оба имѣютъ равныя и одинаково направленныя скорости, то палка не существуетъ для нашего осязанія, ибо тогда она не можетъ прійти съ нами въ соприкосновеніе и обусловить обмѣнъ энергіи.

Эти соображенія обнаруживаютъ, я надѣюсь, что дѣйствительно все то, что до сихъ поръ умѣли выражать при помощи понятій о веществѣ и о силѣ,—и даже много больше,—можетъ быть представлено посредствомъ понятія объ энергіи; дѣло заключается только въ перенесеніи свойствъ и законовъ, которые приписывались одной, на другую. Далѣе мы получаемъ еще и ту большую выгоду, что всѣ возраженія, соединенныя съ такимъ способомъ разсмотрѣнія, на которыя я указалъ въ первой части своихъ разсужденій, не имѣютъ здѣсь мѣста. Такъ какъ мы не дѣлаемъ никакихъ предположеній о взаимной связи различныхъ родовъ энергіи, кромѣ тѣхъ, которыя даются закономъ сохранения энергіи, то мы приобретаемъ свободу объективнаго изученія различныхъ свойствъ, присущихъ этимъ различнымъ родамъ энергіи, и сможемъ затѣмъ путемъ рациональнаго разсмотрѣнія и классификаціи этихъ свойствъ построить систему родовъ энергіи, которая дастъ намъ возможность точно познать ихъ сходства и различія, а потому въ научномъ отношеніи поведетъ насъ значительно далѣе, нежели это можетъ сдѣлать сглаживающее эти различія гипотетическое допущеніе ихъ „внутренняго“ тождества. Хорошій примѣръ того, на что я хочу здѣсь указать, мы находимъ въ кинетической гипотезѣ о газообразномъ состояніи, которая и теперь еще является довольно общепринятою. По этой послѣдней давленіе газа происходитъ отъ толчковъ движущихся его частицъ. Однако давленіе есть величина, не обладающая никакимъ пространственнымъ направленіемъ: газъ давитъ съ одинаковою силою по всѣмъ направленіямъ; толчекъ же происходитъ отъ движущагося предмета, а это движеніе обладаетъ опредѣленнымъ направленіемъ. Поэтому одна изъ этихъ двухъ величинъ никакъ не можетъ быть непосредственно сведена къ другой. Кинетическая гипотеза обходитъ это затрудненіе, искусственно устраняя присущее толчку свойство имѣть направленіе допущеніемъ, что толчки происходятъ одинаково, безъ различія по всѣмъ направленіямъ. Въ этомъ случаѣ удастся искусственно подогнать другъ къ другу свойства различныхъ энергій; въ другихъ случаяхъ этого нельзя выполнить въ совершенствѣ. Такъ напр. факторы электрической энергіи, напряженіе и количество электричества, суть величины, которыя я предложилъ бы назвать *полярными*; это значитъ, что онѣ не могутъ быть обозначены только численнымъ значеніемъ, но обладаютъ еще и *знакомъ*, такимъ образомъ, что двѣ равныя величины противоположнаго знака даютъ въ суммѣ *нуль*, а не удвоенную величину. Въ механикѣ такія чисто полярныя величины неизвѣстны; въ



этомъ и заключается причина, почему не удавалось найти хоть сколько нибудь приложимую механическую гипотезу для электрическихъ явленій.

Если бы и возможно было представить себѣ механическую величину, обладающую свойствами полярности, — а это быть можетъ и не невозможно и во всякомъ случаѣ заслуживаетъ детальнаго изслѣдованія, — то мы обладали бы матеріаломъ, который далъ бы возможность механически „сдѣлать наглядными“ по крайней мѣрѣ нѣкоторыя стороны электрики. Конечно и здѣсь съ увѣренностью можно сказать, что дѣло коснется только нѣкоторыхъ сторонъ, и что несовершенство всѣхъ безъ исключенія механическихъ гипотезъ обнаружится и здѣсь и воспрепятствуетъ довести созданіе образа до конца.

Но если дѣйствительно законы явленій природы могутъ быть сведены къ законамъ соответствующихъ родовъ энергіи, то какое же преимущество это намъ даетъ? Прежде всего то важное преимущество, что такимъ образомъ становится возможной наука о природѣ, свободная отъ гипотезъ. Намъ больше нѣтъ нужды до силъ, которыхъ мы не можемъ доказать, дѣйствующихъ между атомами, которыхъ мы не можемъ наблюдать; мы, желая разобрать какой нибудь процессъ, имѣемъ дѣло лишь съ родомъ и количествомъ выдѣляющейся и поглощаемой энергіи. Ее мы можемъ измѣрить, и все, въ знаніи чего мы нуждаемся, можетъ быть выражено въ такомъ видѣ. Какое это громадное методическое преимущество, — это будетъ ясно каждому, чья научная совѣсть терпѣла подъ гнетомъ безпрестаннаго смѣшенія фактовъ и гипотезъ, которыя намъ предлагаетъ современная физика и химія въ качествѣ рациональной науки. Энергетика и есть тотъ путь, на которомъ можетъ быть выполнено въ своемъ истинномъ смыслѣ столь часто дурно понимавшееся требованіе *Кирхгофа*, — такъ называемая замѣна *объясненія* природы *описаніемъ* явленій. Съ этимъ отсутствіемъ допущеній въ энергетической наукѣ соединяется одновременно методическая общность, которая, — можно смѣло сказать, — до сихъ поръ еще нигдѣ не была достигнута. Я уже указалъ на философское значеніе этого общаго принципа въ воззрѣніи на явленія природы; оно заключается въ самой природѣ предмета, но можно еще въ особенности указать, что благодаря этому философскому обобщенію получаютъ также и чрезвычайно громадныя преимущества при изученіи и пониманіи науки. Я приведу одинъ лишь примѣръ: такъ, мы можемъ утверждать, что всѣ равенства безъ исключенія, которыя связываютъ другъ съ другомъ два или болѣе родовъ явленій, необходимо должны быть равенствами между величинами энергіи; другія равенства вообще невозможны; это есть слѣдствіе изъ того обстоятельства, что вмѣстѣ съ пространствомъ и временемъ энергія является единственной величиной, общей всѣмъ безъ исключенія областямъ: такимъ образомъ между различными областями нельзя вообще приравнять другъ другу ничего иного, кромѣ тѣхъ величинъ энергіи, о которыхъ идетъ рѣчь.

Къ сожалѣнію я долженъ отказаться отъ того, чтобы показать здѣсь, какимъ образомъ громадное число соотношеній, отчасти уже извѣстныхъ, отчасти же новыхъ, могутъ быть написаны сразу и непосредственно, тогда какъ раньше они получались послѣ болѣе или ме-



нѣе обстоятельныхъ вычисленій. Точно такъ же я не могу изложить передъ вами и тѣхъ новыхъ сторонъ, которыя обнаруживаютъ въ свѣту общихъ энергетическихъ соображеній другія, извѣстныя уже раньше, хотя и не столь полно, положенія термодинамики, этой самой пространной части энергетики. Вѣдь все это должно имѣть мѣсто, если то, что я сказалъ вамъ раньше о значеніи новаго способа разсмотрѣнія, было обосновано. Мнѣ не нужно снова возвращаться къ этому.

Я не могу однако не сдѣлать заключительнаго вопроса. Когда удастся познать значительную и плодотворную истину во всей простотѣ ея величія, то весьма легко склонны думать, что она заключаетъ въ себѣ все то, съ чѣмъ вообще имѣешь дѣло въ данной области. Эту ошибку приходится ежедневно наблюдать въ наукѣ и мнѣніе, коего опроверженію я посвятилъ половину предоставленнаго мнѣ времени, прямо вытекаетъ изъ такого заблужденія. Такимъ образомъ мы должны будемъ спросить себя: дѣйствительно ли энергія, столь необходимая и полезная для уразумѣнія природы, *достаточна* для этой цѣли? Или же существуютъ явленія, которыя не могутъ быть вполне представлены извѣстными до сихъ поръ законами энергіи?

Милостивые Государи! Я думаю, что нельзя лучше удовлетворить отвѣтственности, которую я взялъ на себя сегодня своимъ изложеніемъ, какъ только сказавши, что на этотъ вопросъ надо отвѣтить „нѣтъ“. Сколь ни несмѣтны преимущества, которыми обладаетъ энергетическое міровоззрѣніе сравнительно съ механическимъ или матеріалистическимъ, однако и теперь уже, мнѣ кажется, можно отмѣтить нѣкоторые пункты, которые не объясняются извѣстными главными положеніями энергетики и которые указываютъ поэтому на существованіе принциповъ, выходящихъ за ея предѣлы. Энергетика будетъ существовать наряду съ этими положеніями. Только въ будущемъ она не останется самымъ всеобъемлющимъ принципомъ—каковымъ мы еще должны признавать ее теперь, дающимъ возможность осилить явленія природы, но окажется повидимому частнымъ случаемъ еще болѣе общихъ соотношеній, о формѣ которыхъ мы въ настоящее время едва можемъ догадываться.

Милостивые Государи! Тѣмъ, что я только что сказалъ, я не боюсь понизить цѣну умственнаго успѣха, о которомъ у насъ шла рѣчь; я полагаю, что я ее нѣсколько повысилъ. Ибо снова мы встрѣчаемся съ тѣмъ положеніемъ, что наука нигдѣ не можетъ и не смѣетъ признать предѣла своему прогрессу и что во время сраженія о новомъ владѣніи глазъ не долженъ ослѣпляться тѣмъ, что за землей, которую сейчасъ стараются завоевать, тянутся еще далекія пространства, которыя также должны быть взяты когда нибудь позднѣе. Въ прежнія лишь времена бывало, что пыль и дымъ сраженія удерживали взоры въ узкихъ предѣлахъ поля битвы. Теперь этого уже не бываетъ; теперь мы стрѣляемъ,—или, по крайней мѣрѣ, должны бы стрѣлять,—бездымнымъ порохомъ, а потому и можемъ и обязаны не подвергаться ошибкамъ прошедшихъ временъ.



# ИЗЪ ЗАПИСНОЙ КНИЖКИ

преподавателя математики.

Это заглавіе будетъ обнимать собою разныя мелочи педагогическаго дѣла, интересныя доказательства разныхъ теоремъ, краткія сообщенія объ новыхъ книгахъ, замѣчанія по поводу употребляющихся нынѣ учебниковъ и пр., и пр. Это будетъ рядъ бѣглыхъ замѣтокъ, не претендующихъ ни на какую систему.

## I

### Анализъ задачи на дѣленіе \*).

„ $\frac{3}{4}$  фунта муки стоятъ 6 к. Сколько стоитъ фунтъ муки?“

1) Стоимость  $\frac{3}{4}$  фунта составляетъ  $\frac{3}{4}$  стоимости 1 фунта. Объясненіе.

Слѣдовательно, если стоимость фунта муки  $x$ , то стоимость  $\frac{3}{4}$  фунта будетъ  $\frac{3}{4}$  отъ  $x$ .

2) Чтобы найти  $\frac{3}{4}$  отъ  $x$  надо умножить  $x$  на  $\frac{3}{4}$ . Объясненіе, исходя изъ опредѣленія: „Умноженіе есть дѣйствіе, посредствомъ котораго изъ множимаго составляется произведеніе такъ, какъ множитель составленъ изъ 1“.

3) Итакъ стоимость  $\frac{3}{4}$  фунта муки равна  $x \cdot \frac{3}{4}$ , и она же равна 6 к. Поэтому

$$x \cdot \frac{3}{4} = 6.$$

4) Чтобы по данному произведенію и одному изъ множителей найти другого множителя, надо . . . и т. д.

Это, если хотите, строго даже до педантичности, но, вмѣстѣ съ тѣмъ для 11-лѣтняго мальчика прямо „съ ногъ спшибательно“.

Во первыхъ, зачѣмъ соединять столько трудностей въ одномъ объясненіи?

Во вторыхъ, не пора ли бросить указанное опредѣленіе умноженія, не выдерживающее научной критики и трудное въ примѣненіяхъ?

## II

### Злоупотребленіе одной теоремой.

$$1 + \frac{1}{m} = \frac{1}{m} + \frac{1}{m} + \dots + \frac{1}{m},$$

гдѣ во 2-ой части дробь  $\frac{1}{m}$  повторена  $(m + 1)$  разъ. Переходя къ предѣламъ при безграничномъ возрастаніи  $m$  получимъ:

$$1 = 0.$$

\*) Такое изложеніе имѣется въ одномъ учебникѣ ариѳметики.



Ошибка произошла вследствие обобщения теоремы о предѣлѣ суммы на бесконечное число слагаемыхъ. Подобное злоупотребленіе этой теоремой донныѣ встрѣчается въ учебникахъ. См., напримѣръ, алгебру Давидова.

### III

#### Собраніе тригонометрическихъ задачъ г. Рыбкина.

Сборникъ составленъ, повидимому, очень тщательно. Задачи расположены въ методическомъ порядкѣ и посильны для учащихся. Языкъ хорошій; опечатокъ, кажется, немного. Можно указать только мелочи вродѣ слѣдующихъ: къ задачѣ 744 общано указаніе, и его нѣтъ; указаніе къ къ задачѣ 742 едва ли можно считать достаточнымъ и т. п.

### IV

#### Дюрингъ о Неевклидовой геометріи \*).

„Здравый математическій умъ никогда еще не сомнѣвался въ истинѣ теоремъ о параллеляхъ. Въ послѣднемъ основаніи, и для насъ, всегда ясно видѣвшихъ, что было неясно спорящимъ, вопросъ о параллельныхъ былъ вопросомъ математической логики, и, слѣдовательно, относится только къ свойству доказательствъ и къ тому, что при этомъ натуральнѣе и цѣлесообразнѣе должно сдѣлаться аксіоматическимъ исходнымъ пунктомъ. Но сомнѣваться, какъ профессоръ Гауссъ, въ самомъ пространственномъ отношеніи вещей и тщетно стараться замѣнить его другимъ представленіемъ—значить поступать противно здравому смыслу, и противъ подобныхъ явленій мы никогда не откажемся противопоставлять нашъ діагнозъ относительно математическихъ сумасбродствъ“.

„Пересѣченіе параллелей—только осязательный симптомъ умопомраченія, область котораго весьма обширна и изъ нея можно было бы сформировать, богато и пестро, не одинъ звѣринецъ ученыхъ сумасшедшихъ“.

Все это до такой степени парадоксально, что не нуждается ни въ какихъ комментаріяхъ. Однако же самое существованіе подобныхъ парадоксовъ доказываетъ, что вопросъ о параллеляхъ не вступилъ еще въ фазу общаго и безспорнаго призванія и потому, какъ и по многимъ другимъ причинамъ, ему нѣтъ мѣста въ средней школѣ.

Профессоръ Ващенко-Захарченко, въ изданной имъ книгѣ „Начала Евклида“ (стр. 56) говоритъ, что „11-я аксіома Евклида доказала быть не можетъ“, а въ своей „Элементарной геометріи“ (стр. 61) утверждаетъ, что это „заключеніе неосновательно“.

Напомнимъ здѣсь кстати о рѣчи проф. Пингера на прошломъ съѣздѣ естествоиспытателей и врачей: „Недоразумѣнія во взглядахъ на основанія геометріи“.

\*) Дюрингъ. Критическая исторія общихъ принциповъ механики.



## Сумма ряда натуральных чиселъ.

Составимъ прилагаемую фигуру изъ  $n$  горизонтальныхъ рядовъ и  $(n+1)$  вертикальныхъ столбцовъ. Заштрихуемъ 1 клѣтку въ первомъ ряду, 2 — во второмъ и т. д.  $n$  — въ  $n$ -омъ. Число всѣхъ заштрихованныхъ клѣтокъ, очевидно, равно:

$$1 + 2 + 3 \dots + n = S.$$

Число не заштрихованныхъ клѣтокъ тоже равно  $S$ , потому что въ послѣднемъ ряду не заштрихована 1 клѣтка, въ предпослѣднемъ 2 и т. д., въ первомъ —  $n$ . А такъ какъ число

Фиг. 75.

всѣхъ клѣтокъ  $n(n+1)$ , то:  $2S = n(n+1)$ , откуда

$$S = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Доказательство это помѣщено въ алгебрѣ Laisant et Perrin. Оно не ново. Суммирование помощью группировки чиселъ, расположенныхъ въ формѣ таблицъ, производилось индѣйскими и арабскими математиками. Объ этомъ см. въ „Théorie des nombres“ Lucas'a, въ „Математическомъ листкѣ“ Гольденберга и др.

М. Попруженко (Оренбургъ).

(Продолженіе слѣдуетъ).

## ЗАДАЧИ.

**№ 290.** Даны прямая  $MN$  и  $PQ$  и точка  $A$ . Построить треугольникъ такъ, чтобы одна вершина его совпадала съ  $A$ , противоположная ей сторона  $BC = a$  совпадала съ  $PQ$ , а центръ описанной около треугольника окружности лежалъ бы на  $MN$ .

Н. Николаевъ (Пенза).

**№ 291.** Построить треугольникъ  $ABC$  по углу  $A$  и по разности  $c-b$  сторонъ, прилежащихъ къ этому углу, если извѣстно, что уголъ между стороной  $c$  и діаметромъ круга описаннаго, проходящимъ черезъ данную внутри угла  $A$  точку  $Q$ , равенъ  $\alpha$ .

Ученики Кіево-Печерской гимназіи Л. и Р.

**№ 292.** Показать, что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \sin \alpha + \sin 3\alpha - \sin 5\alpha}{2 \cos \alpha - \cos 3\alpha - \cos 5\alpha}.$$

(Займств.). Я. Полухинъ (с. Знаменка).



**№ 293.** Стороны  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DA$  трапеции  $ABCD$  составляют геометрическую прогрессию, а углы  $\angle D$ ,  $\angle A$ ,  $\angle B$ ,  $\angle C$  составляют арифметическую прогрессию. Вычислить углы трапеции и отношение параллельных сторонъ.

*НВ.* При рѣшеніи этой задачи придется примѣнять формулу Кардана для рѣшенія уравненій третьей степени.

*П. Свѣшниковъ* (Троицкѣ).

**№ 294.** Построить треугольникъ по данной суммѣ (или разности) двухъ сторонъ, по суммѣ (или разности) высотъ, опущенныхъ на эти стороны, и по третьей высотѣ.

*П. Хмбниковъ* (Тула).

**№ 295.** Построить равнобочную трапецію, если дана длина перпендикуляра, опущеннаго изъ конца большаго основанія на одну изъ равныхъ сторонъ и если извѣстно, что этотъ перпендикуляръ дѣлитъ сторону пополамъ.

*Н. Николаевъ* (Пенза).

## РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

**№ 212** (3 сер.). Въ окружности радіуса  $R$  дана хорда  $AB = a$ . Вычислить стороны и площадь трапеции, вписанной въ эту окружность, если непараллельныя стороны наклонены къ хордѣ  $AB$  подъ угломъ  $60^\circ$  и дѣлятся ею пополамъ. При какихъ условіяхъ возможна задача?

Для построения трапеции, удовлетворяющей требованіямъ задачи, проводимъ прямыя  $AP$  и  $AQ$  (фиг. 76), наклоненныя подъ угломъ въ  $60^\circ$  къ  $AB$ , изъ центра опускаемъ на нихъ перпендикуляры; пересѣкающіе  $AB$  въ точкахъ  $M$  и  $M'$  и черезъ  $M$  и  $M'$  проводимъ параллельныя хордамъ  $AP$  и  $AQ$ . Пусть эти параллели встрѣчаютъ окружность въ точкахъ  $C, D, E, F$ . Трапеція  $CDEF$  есть требуемая.

Пусть  $AP = x$ . Изъ треугольника  $PAB$  находимъ:

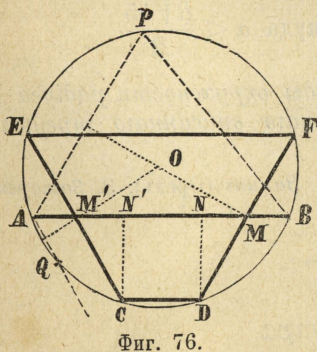
$$PB^2 = AP^2 + AB^2 - AP \cdot AB,$$

а такъ какъ  $PB = R\sqrt{3}$ , то

$$3R^2 = a^2 + x^2 - ax,$$

откуда

$$x = \frac{a \pm \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2}}{2}.$$





Одинъ корень есть очевидно  $AP$ , другой  $AQ$ . Такъ какъ  $AP = AM$ , то для возможности проведенія хорды  $DF$  очевидно необходимо, чтобы  $AP$  было меньше  $AB$ , т. е. чтобы

$$\frac{a \pm \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2}}{2} < a,$$

откуда  $a > R\sqrt{3}$  т. е. данная хорда должна быть больше стороны правильного вписаннаго въ окружность треугольника.

Имѣемъ:

$$AM = AP = \frac{a + \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2}}{2}; AM' = AQ = \frac{a - \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2}}{2};$$

а такъ какъ

$$AM \cdot AM' = \frac{DF^2}{4},$$

то

$$DF = \sqrt{4a^2 - 12R^2}.$$

Далѣе находимъ:

$$MM' = AM - AM' = \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2}; MN = \frac{MD}{2} = \frac{DF}{4} = \frac{\sqrt{a^2 - 3R^2}}{2};$$

$$CD = NN' = \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2} - \sqrt{a^2 - 3R^2}; EF = \sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2} + \sqrt{a^2 - 3R^2};$$

$$\text{пл. } CDEF = 2MM' \cdot ND = 3\sqrt{4R^2 - a^2} \cdot \sqrt{a^2 - 3R^2}.$$

Чтобы хорды  $DF$  и  $CE$  пересѣкались внѣ круга, очевидно необходимо, чтобы  $MM'$  было больше  $MD$ , т. е. чтобы

$$\sqrt{3} \cdot \sqrt{4R^2 - a^2} > \sqrt{a^2 - 3R^2}, \text{ откуда } a < \frac{R\sqrt{15}}{2},$$

т. е. данная хорда должна быть меньше хорды окружности радиуса  $R$ , проходящей через середины сторонъ правильного вписаннаго треугольника.

Ученики Кіево-Печерской гимназіи Л. и Р.; М. Зиминъ (Орелъ); Э. Затворскій (Спб.); Д. Цельмеръ (Тамбовъ).

Конецъ XIX-го семестра.

Редакторъ-Издатель Э. К. Шпачинскій.

Дозволено цензурою. Одесса, 26-го Февраля 1896 г.

„Центральная типо-литографія“, уг. Авчинникова пер. и Почтовой ул., д. № 39.



Обложка  
щется



Обложка  
щется