

Обложка
щется

Обложка
щется

Вѣстникъ Опытной Физики

и ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 462.

Содержаніе: † Н. Д. Пильчиковъ. — Образованіе зародышевыхъ элементовъ тумана и облаковъ. *И. Я. Точидловскаго.* — Къ геометріи треугольника. (Продолженіе). *А. Кириллова.* — Опыты и приборы: Демонстрація электрическихъ силовыхъ линий. — Научная хроника: Радиоактивность морской воды. *А. Л.* Вліяніе солнечнаго свѣта на появленіе и направленіе газовыхъ молекулъ въ растворѣ морской воды. *А. Л.* — Рецензіи: K. Neisser, „Ptolemäus oder Kopernikus“. Eine Studie über die Bewegung der Erde und über den Begriff der Bewegung. *Прив.-доц. В. Кагана.* — Задача на премию № 1. *Прив.-доц. С. Шатуновскаго.* — Задачи для учащихся №№ 31—36 (5 сер.). — Рѣшенія задачъ №№ 868, 869. — Объявленія.

† Н. Д. Пильчиковъ.

7-го мая скончался профессоръ Харьковскаго Технологическаго института *Николай Дмитріевичъ Пильчиковъ.*

Человѣкъ, глубоко преданный наукѣ, живой и впечатлительный, не имѣвшій, какъ онъ самъ говорилъ, ничего и ничего близкаго, кромѣ физики, Николай Дмитріевичъ всегда отличался необычайной нервностью и раздражительностью. Не легокъ путь ученаго; но для Н. Д. онъ былъ особенно труденъ, частью по причинамъ, зависѣвшимъ отъ него самаго, частью по причинамъ, совершенно случайнымъ. Всегда возбужденный вслѣдствіе многихъ неудачъ и вслѣдствіе часто несправедливаго, а нерѣдко и жестокаго отношенія къ нему людей, Н. Д. болѣзненно реагировалъ на малѣйшее невниманіе, разrostавшееся въ его глазахъ въ жестокую обиду. Кто знаетъ, не привела ли къ печальной развязкѣ какая-либо неудача, преувеличенная болѣзненной душой? Въ могилу, во всякомъ случаѣ, прежде-

временно сошелъ человекъ, искренно преданный наукѣ, умѣвшій заинтересовать ею другихъ, человекъ съ инициативой и настойчивостью.

Н. Д. Пильчиковъ родился въ 1857 г.; гимназію окончилъ въ Полтавѣ, а Харьковскій университетъ въ 1880 г. Будучи оставленъ при университетѣ, а затѣмъ командированъ за границу, Н. Д. провелъ долгое время во Франціи, особая симпатія къ которой онъ сохранилъ на всю жизнь. Съ 1890 г. Н. Д. состоялъ профессоромъ Харьковскаго университета, а въ 1894 г. перешелъ въ Одессу. Во время сооруженія при Одесскомъ университетѣ физико-математическаго института по инициативѣ Н. Д. при институтѣ была устроена особая „измѣрительная“ лабораторія, предназначенная для производства точныхъ измѣреній.

Въ 1902 г. Н. Д. перешелъ въ Харьковскій Технологическій институтъ.

Наиболѣе обстоятельныя работы Николая Дмитриевича относятся къ области земного магнетизма; другія его работы относятся къ различнымъ вопросамъ теоріи электричества и магнетизма. Трудно указать физическій журналъ, въ которомъ не нашлось бы его статьи.

Во время своего пребыванія въ Одессѣ Н. Д. охотно оказывалъ поддержку „Вѣстнику Опытной Физики“ — то статьей, то совѣтомъ, то указаніемъ.

Въ 1896 г. Н. Д. Пильчиковъ былъ избранъ членомъ Тулузской Академіи Наукъ.

Образованіе зародышевыхъ элементовъ тумана и облаковъ*).

И. Я. Точидловскаго.

Вода въ атмосферѣ испытываетъ длинный рядъ преобразованій, переходя изъ одного агрегатнаго состоянія въ другое. Вопросъ объ элементахъ гидрометеоровъ — о тѣхъ первоначальныхъ частичкахъ, которыя соединяются въ облака, туманъ и т. п., давно привлекалъ къ себѣ вниманіе физиковъ и метеорологовъ, но, повидному, достаточно освѣтился лишь въ послѣднее время, благодаря новѣйшимъ открытіямъ въ области физики. Ионы, электроны, эманация и въ этомъ отдѣлѣ физическихъ знаній не мало способствовали выясненію сущности явленія.

*) Извлечено изъ послѣдняго выпуска „Лѣтописей метеорологической обсерваторіи Императорскаго Новороссійскаго университета“ за 1908 г.

Изъ физики извѣстно, что, если пространство насыщено водяными парами, то соответственное измѣненіе температуры, давления и т. п. можетъ вызвать осѣданіе пара либо на поверхности предметовъ, съ которыми находится въ соприкосновеніи паръ, либо въ самой средѣ— въ видѣ тумана, облака. Земная атмосфера, вообще, не насыщена водяными парами и, разъ только въ томъ или иномъ мѣстѣ безграничнаго воздушнаго океана наступаетъ пересыщеніе, то непремѣннымъ слѣдствіемъ является образованіе осадковъ. Одной изъ основныхъ причинъ пересыщенія атмосферы водяными парами оказывается пониженіе температуры среды какимъ-либо способомъ.

Наиболѣе важными факторами, обуславливающими пониженіе температуры въ какомъ-нибудь мѣстѣ атмосферы, являются: 1) смѣшеніе двухъ массъ воздуха, насыщенныхъ водяными парами при различныхъ температурахъ, и 2) адиабатическое расширеніе.

Количество паровъ, переходящихъ въ жидкое состояніе при смѣшеніи массъ воздуха, насыщенныхъ водяными парами и имѣющихъ различныя температуры, можетъ быть вычислено, если извѣстны температуры смѣшивающихся массъ воздуха, ихъ психрометрическія состоянія и скрытая теплота парообразованія. Не стану утруждать вашего вниманія довольно длинными элементарными выкладками, а вмѣсто этого приведу чрезвычайно изящный и достаточно точный, для практическихъ цѣлей, графическій приѣмъ рѣшенія этой задачи, предложенный берлинскимъ профессоромъ Бецoldemъ. Разсмотримъ сначала частный примѣръ. Допустимъ, что 1 кгр. воздуха, насыщеннаго водяными парами при температурѣ $t_1 = 0^\circ$, а слѣдовательно, содержащій $q_1 = 4,8$ гр. водяного пара, смѣшивается съ 1 кгр. воздуха, тоже насыщеннаго парами, но при температурѣ $t_2 = 30^\circ$, т. е. содержащимъ $q_2 = 30,0$ гр. водяного пара. Если послѣ смѣшенія окончательная температура станетъ $\frac{t_1 + t_2}{2}$, т. е. 15° , то естественно ожидать, что количество пара

въ 1 кгр. воздуха будетъ $\frac{q_1 + q_2}{2} = 17,4$ гр. Однако, опытъ показываетъ, что при 15° въ 1 кгр. воздуха не можетъ содержаться болѣе 12,7 гр. пара; слѣдовательно, $17,4 - 12,7 = 4,7$ гр. пара перейдетъ въ жидкое состояніе, освободится скрытая теплота парообразованія, и температура смѣси должна повыситься, т. е. окончательная температура будетъ выше 15° , а поэтому количество пара, перешедшаго въ жидкое состояніе, будетъ менѣе 4,7 гр. Для графическаго опредѣленія температуры смѣси и количества граммовъ пара, оставшихся въ 1 кгр. ея, Бецольдъ рассуждаетъ слѣдующимъ образомъ.

Представимъ себѣ двѣ взаимно перпендикулярныя оси координатъ (фиг. 1).

OX—ось температуръ, OY—ось, на которой будемъ откладывать въсковыя количества q паровъ, содержащихся въ 1 кгр. насыщеннаго ими воздуха.

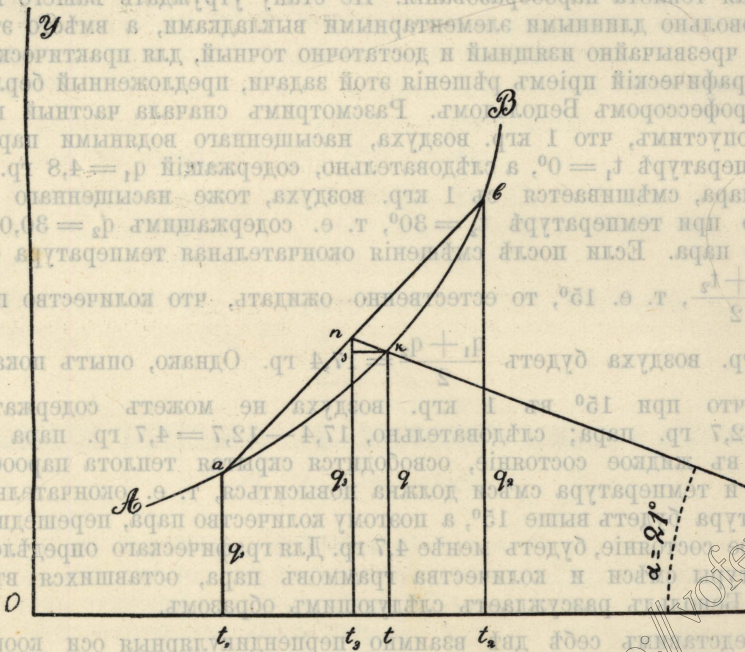
Пусть кривая АВ изображаетъ законъ измѣненія q въ зависимости отъ температуры. Допустимъ, что смѣшивающіяся массы воздуха

характеризуются точками а и b нашей диаграммы. Если бы при смѣшеніи не происходило явленія конденсаціи, напримѣръ, въ случаѣ паровъ, не насыщающихъ пространства, то, очевидно, температура смѣси была бы $\frac{t_1 + t_2}{2}$, а въсовое количество водяныхъ паровъ въ 1 кгр. ея равнялось бы $\frac{q_1 + q_2}{2}$ гр. Для отысканія этой точки на диаграммѣ пришлось бы отръзокъ ab раздѣлить пополамъ и координаты точки п, какъ видно изъ чертежа, будутъ:

$$t_3 = \frac{t_1 + t_2}{2},$$

$$q_3 = \frac{q_1 + q_2}{2}.$$

Однако, такъ какъ при смѣшеніи часть паровъ переходитъ въ жидкое состояніе, то выделяющаяся скрытая теплота парообразования повыситъ температуру среды, такъ что окончательная температура



Фиг. 1.

смѣси t будетъ выше t_3 ; количество паровъ, вновь образующихся при нагрѣваніи смѣси отъ t_3^0 до t^0 , будетъ $q_3 - q = p_3$. При образованіи $(q_3 - q)$ гр. жидкости освободится $r(q_3 - q)$ гр.-калорій (r — скрытая теплота парообразования); для нагрѣванія же 1000 гр. воздуха отъ

t_3^0 до t^0 , если обозначим через c теплоемкость послѣдняго, понадобится $c \cdot 1000 \cdot (t - t_3)$ гр.-калор. Такъ какъ нагрѣваніе атмосферы въ данномъ случаѣ произошло за счетъ тепла, освободившагося при конденсаціи, то

$$r(q_3 - q) = 1000 \cdot c \cdot (t - t_3). \quad (1)$$

Обращаясь къ чертежу, видимъ, что

$$q_3 - q = \overline{nk} \sin \alpha,$$

$$t - t_3 = \overline{nk} \cos \alpha.$$

Вставляя эти значенія въ ур. (1) и помня, что $r = 606,5$ и $c = 0,236$, легко найти, что въ круглыхъ числахъ $\alpha = 21^\circ$.

Отсюда ясенъ способъ построения. Чтобы найти точку k , надо: раздѣлить ab пополамъ и чрезъ середину ея провести прямую, составляющую уголъ въ 21° съ осью температуръ; тогда координаты точки k дадутъ температуру смѣси и вѣсовое количество паровъ, остающихся не сконденсированными въ каждомъ килограммѣ разсматриваемой смѣси.

Вторая главная причина охлажденія воздуха—это адиабатическое его расширеніе—процессъ, имѣющій мѣсто при возникновеніи восходящихъ токовъ въ атмосферѣ. Въ механической теоріи тепла доказывається, что сообщенное данной массѣ газа количество тепла

$$dQ = c_p dt - A v dp,$$

гдѣ c_p —теплоемкость газа при постоянномъ давленіи, dt —измѣненіе температуры, соотвѣтствующее приращенію тепла на величину dQ , dp —измѣненіе давленія, v —объемъ, занимаемый газомъ, A —механической эквивалентъ тепла.

Представимъ себѣ, что 1 кгр. сухого воздуха, расположенный на площади 1 кв. метра, адиабатически подымается на высоту dh , давленіе газа при этомъ уменьшится на величину, равную вѣсу слоя 1 dh , т. е. $= dh \cdot \delta$, гдѣ δ есть плотность воздуха; зная, что плотность газа обратно пропорціональна его объему, мы въ правѣ написать

$$dp = dh \cdot \frac{1}{v}.$$

Вставляя это значеніе dp въ предыдущее равенство и приравнивая dQ нулю, такъ какъ процессъ адиабатическій, найдемъ:

$$\frac{dt}{dh} = - \frac{A}{c_p} = - 0,0099 = - 0,01 \text{ (приблизительно).}$$

Эта величина называется температурнымъ, или динамическимъ градиентомъ и, какъ видно изъ послѣдней формулы, для сухого газа есть величина постоянная, не зависящая отъ начальныхъ давленія и температуры. Пока пары не насыщаютъ пространства, они подчиняются законамъ сухихъ газовъ; поэтому аналогичное выраженіе получимъ и для случая

адиабатическаго расширенія воздуха, не насыщеннаго парами. При поднятіи массы воздуха, насыщеннаго водяными парами, процессъ усложняется, ибо скрытая теплота парообразованія, освобождаясь, будетъ повышать температуру среды. Изъ того же основнаго уравненія и такъ же элементарно можно получить для динамическаго градиента такое выраженіе:

$$\frac{dt}{dh} = - \frac{A + \frac{rq}{p} q}{c_p + \frac{rq}{e} \frac{de}{dt}},$$

гдѣ A , c_p , q и g имѣютъ прежнія значенія, p — давленіе воздуха, q — его плотность, e — упругость водяныхъ паровъ.

Какъ видно, и въ этомъ случаѣ масса воздуха, подымаясь, охлаждается, такъ какъ всѣ величины, входящія въ правую часть равенства, положительны.

Таковы, вкратцѣ, главнѣйшія причины охлажденія массъ воздуха, причины, слѣдовательно, могущія вызвать пересыщеніе воздуха водяными парами, а поэтому и выпаденіе осадковъ. Пересыщеніе атмосферы парами есть необходимое условіе конденсаціи; является вопросъ, будетъ ли оно и достаточнымъ? Отвѣтъ на него можетъ дать только опытъ. Еще въ 1874 году Coulier показалъ, что пересыщеніе, въ размѣрахъ, наблюдаемыхъ въ природѣ, есть условіе необходимое для конденсаціи, но не достаточное.

Простой опытъ Coulier состоитъ въ слѣдующемъ. Если наполнимъ колбу обыкновеннымъ воздухомъ, помѣстимъ на дно ея немного воды и, когда пройдетъ достаточно времени для того, чтобы воздухъ въ колбѣ можно было считать насыщеннымъ парами, воздухъ въ ней быстро разрѣдимъ, то замѣтимъ появленіе тумана. Опытъ можно повторить много разъ, но наконецъ наступитъ моментъ, когда образованіе тумана прекращается, а охлажденіе, получаемое адиабатическимъ расширеніемъ, вызываетъ лишь появленіе росы на стѣнкахъ колбы. Но стоитъ замѣнить воздухъ въ колбѣ свѣжимъ, и опять туманъ образовывается при каждомъ расширеніи. Естественно являлся вопросъ, почему воздухъ теряетъ способность къ образованію тумана. Coulier показалъ, что въ данномъ случаѣ играютъ огромную роль частицы пыли, суспендированной въ воздухѣ. Стоитъ воздухъ освободить отъ пыли, и при значительныхъ даже расширеніяхъ появленія тумана не наблюдается. Если наполнить колбу воздухомъ, прошедшимъ чрезъ слой ваты и воды, то теперь, при расширеніи, тумана не замѣчается. Долгое время роль пыли при образованіи элементарныхъ частицъ оставалась не вполне выясненной. Хотя многіе держались того мнѣнія, что безъ пыли зарожденіе жидкихъ частицъ невозможно, однако, для полнаго выясненія роли пыли понадобилось специальное изслѣдованіе. Строгое теоретическое разсмотрѣніе этого вопроса было сдѣлано лордомъ Кельвиномъ и приводится въ курсахъ механической теоріи тепла подъ названіемъ теоремы Томсона. Кельвинъ показалъ, что между

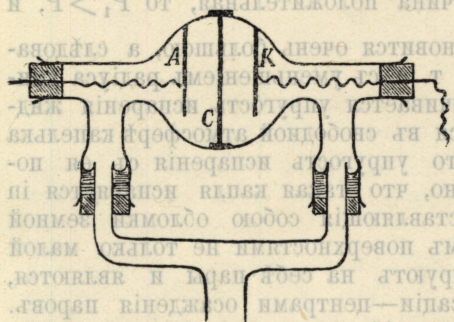
упругостью P_1 пара надъ выпуклою поверхностью жидкости, упругостью его P —надъ плоскою поверхностью, поверхностнымъ натяженіемъ жидкости T , ея плотностью d , плотностью пара δ и радіусомъ кривизны R выпуклой поверхности существуетъ такая зависимость:

$$P_1 = P + \frac{2T\delta}{R(d - \delta)}.$$

Такъ какъ $\frac{2T\delta}{R(d - \delta)}$ есть величина положительная, то $P_1 > P$, и при R очень маломъ эта дробь становится очень большою, а слѣдовательно, таковымъ же станетъ и P_2 , т. е. съ уменьшеніемъ радіуса кривизны выпуклой поверхности увеличивается упругость испаренія жидкости; поэтому, когда образовывается въ свободной атмосферѣ капелечка воды чрезвычайно малаго радіуса, то упругость испаренія съ ея поверхности будетъ очень велика. Ясно, что такая капля испаряется *in statu nascendi*. Пылинки же, представляющія собою обломки земной коры и обладающія сплошь и рядомъ поверхностями не только малой кривизны, но и плоскими, конденсируютъ на себѣ пары и являются, такимъ образомъ, ядрами конденсаціи—центрами осажденія паровъ. Дальнѣйшія работы въ отысканіи условій конденсаціи показали, что существуетъ цѣлый рядъ факторовъ, при наличности которыхъ конденсація идетъ интенсивно. Такъ, еще въ 1886 году Г. Гельмгольцъ показалъ, что если на струю пара, вырывающагося чрезъ узкое отверстие, помѣщенную передъ чернымъ экраномъ, освѣщенную пучкомъ боковыхъ лучей и кающуюся сѣрою и расплывчатою, направить остріе, соединенное съ кондукторомъ электрической машины, то струя ярко вспыхиваетъ и окрашивается въ яркіе цвѣта,—явленіе, указывающее на образованіе капелекъ различныхъ размѣровъ. Позже Richarz отмѣтилъ, что достаточно въ опытѣ Coulier направить на колбу, наполненную лишеннымъ пыли воздухомъ, пучокъ рентгеновскихъ лучей, чтобы вызвать образованіе тумана. Аналогичное дѣйствіе, по изслѣдованіямъ Lepard'a, производятъ лучи катодные и ультрафіолетовые, а также свѣтъ, отраженный отъ свѣже-отполированныхъ металлическихъ поверхностей. Barus нашелъ вліяніе фосфора: оказывается, что эманация фосфора способствуетъ образованію тумана, какъ суспендированная въ воздухѣ пыль. Townsend показалъ, что ядрами для конденсаціи могутъ служить частицы газовъ, свѣже-полученныхъ путемъ электролиза. Наконецъ, вліяніе различныхъ радиоактивныхъ веществъ было изучено Wilson'омъ, Przibram'омъ и другими.

Сопоставляя всѣ только что упомянутыя условія, способствующія конденсаціи водяныхъ паровъ, нельзя не замѣтить, что ядра конденсаціи, повидимому, схожи съ іонами: источники іонизаціи способствуютъ въ то же время и конденсаціи. Другими словами, разъ получается іонизація, разъ освобождаются какимъ-либо путемъ свободные іоны, то замѣчается способность паровъ конденсироваться, т. е. какъ будто эти іоны являются ядрами ступенія, какъ будто на нихъ происходитъ зарожденіе тумана, точно они притягиваютъ къ себѣ влагу изъ атмосферы. J. J. Thomson впервые указалъ на то, какую огромную роль

должно играть рѣшеніе вопроса о конденсаціи на положительныхъ и отрицательныхъ іонахъ при изученіи электрическаго состоянія осадковъ. Экспериментальною разработкою этого вопроса занялся Wilson, давшій чрезвычайно простой и удобный методъ изслѣдованія. Результаты, полученные Wilson'омъ, легли въ основаніе изученія электрическихъ явленій, сопровождающихъ гидрометеоры. Методъ Wilson'a сводится, въ общихъ чертахъ, къ слѣдующему: сферическій сосудъ N (фиг. 2), въ которомъ вызывалась конденсація, раздѣленъ мѣдною перегородкою С на двѣ почти равныя части. Въ каждой половинѣ сосуда находилось по электроду (А и К). Посредствомъ трубокъ и Т-образной трубки обѣ части сосуда могли быть одновременно соединены съ насосомъ, который былъ приспособленъ такъ, чтобы можно было возможно точно опредѣлять отношеніе объема V_2 , занимаемого газомъ послѣ адиабатическаго расширенія, къ первоначальному объему его V_1 . Дробь $\frac{V_2}{V_1}$ служила мѣрою пересыщенія



Фиг. 2.

воздуха парами. Такое расположеніе прибора давало возможность изслѣдовать порознь іоны каждаго знака.

Самый опытъ производился такимъ образомъ: оба полушарія наполнялись воздухомъ, лишеннымъ пыли и насыщеннымъ водяными парами, соединяли приборъ съ насосомъ и разрѣжали въ немъ воздухъ до тѣхъ поръ, пока не получалось осѣданіе. Оказалось, что туманъ не

образовывается, но появляется роса на стѣнкахъ, когда $\frac{V_2}{V_1}$ превосходитъ 1,38. Совершенно иное замѣчалось, когда помѣщали въ одну изъ частей шара какой-либо іонизаторъ, напримѣръ, кусочекъ урана. Въ этомъ случаѣ наблюдалось образованіе тумана уже при разрѣженіи $\frac{V_2}{V_1} = 1,25$.

Больше: если одну изъ частей освѣтить ультрафіолетовыми лучами, то иногда можно было имѣть туманъ, когда относительная влажность не превосходила 90%. Описанный опытъ не устанавливаетъ разницы въ дѣйствіи положительныхъ и отрицательныхъ іоновъ. Чтобы имѣть въ своемъ распоряженіи лишь іоны одного знака, Wilson помѣщалъ іонизаторъ вблизи одного изъ электродовъ, напримѣръ, К, заряжалъ послѣдній определеннымъ знакомъ, а пластинку С отводилъ къ землѣ. Очевидно, что іоны, противоположные по знаку заряду электрода, войдутъ въ послѣдній, а остальные, отталкиваясь къ С, заполняютъ собою все пространство между К и С. Разрѣжая воздухъ, Wilson замѣтилъ, что въ той части, гдѣ воздухъ іонизированъ, конденсація наступаетъ ранѣе, чѣмъ въ неіонизированной части. Чтобы изслѣдовать одновре-

менно оба знака іоновъ, подвергаютъ дѣйствию рентгеновскихъ лучей тонкій слой воздуха вблизи пластинки С, отведенной къ землѣ. Одинъ изъ электродовъ, напимѣръ А, заряжаютъ положительно, другой К—отрицательно. Подъ дѣйствиемъ электрическихъ силъ поля въ освѣщенномъ слоѣ, справа отъ перегородки, отрицательные іоны входятъ въ послѣднюю, а положительные распространяются въ правой половинѣ сосуда. Точно такъ же въ рентгенизируемомъ слоѣ, слѣва отъ перегородки, въ послѣднюю входятъ положительные іоны, а отрицательные распространяются въ лѣвой половинѣ сосуда. При такихъ условіяхъ лѣвая половина сосуда содержитъ положительные іоны, а правая—отрицательные. Въ этомъ случаѣ оказалось, что когда $\frac{V_2}{V_1}$ достигало 1,28, то туманъ появлялся лишь въ части сосуда, наполненной отрицательными іонами, а во второй начиналась конденсація только тогда, когда $\frac{V_2}{V_1}$ достигало 1,38. Такимъ образомъ, этотъ опытъ показалъ, что водяные пары легче осѣдаютъ на отрицательныхъ іонахъ, чѣмъ на положительныхъ.

Механизмъ, лежащій въ основаніи дѣйствія іоновъ, выясненъ не вполне. Есть большая вѣроятность предполагать, что различіе въ дѣйствіи іоновъ различныхъ знаковъ зависитъ отъ того, что скорость отрицательныхъ іоновъ, при конденсаціи на нихъ водяныхъ паровъ, уменьшается въ большей мѣрѣ, чѣмъ скорость положительныхъ. Конденсація водяныхъ паровъ на іонахъ играетъ огромную роль при образованіи гидрометеоровъ.

Изъ указанныхъ въ началѣ причинъ охлажденія первое мѣсто занимаетъ адиабатическое расширеніе, наблюдаемое при восходящихъ токахъ воздуха. Хотя въ этомъ случаѣ расширеніе и не происходитъ столь быстро, какъ въ лабораторныхъ опытахъ, но такъ какъ въ восходящемъ токѣ участвуютъ обыкновенно колоссальныя массы воздуха, то къ среднимъ частямъ ихъ можно, безъ всякой погрѣбности, прилагать законы адиабатического расширенія.

Термодинамика атмосферы учитъ, что устойчивое равновѣсіе атмосферы устанавливается въ ея нижнихъ слояхъ, когда температура падаетъ не болѣе, чѣмъ на 1°C на каждые 100 метровъ поднятія. Разъ установилось такое состояніе атмосферы, и нижній слой получить толчокъ вверхъ, то восходящій токъ по инерціи, такъ сказать, будетъ подыматься до тѣхъ поръ, пока этотъ градиентъ не нарушится. Если выше разсматриваемаго слоя находится такой, температура котораго будетъ выше или ниже той, какая была бы при указанномъ равновѣсіи, то въ этомъ мѣстѣ наступитъ измѣненіе скорости поднятія, и, въ частномъ случаѣ, поднимающаяся масса можетъ остановиться. Особенно большія скорости получаютъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ восходящая масса охладится настолько, что начнется конденсація. Въ этомъ случаѣ выдѣленіе скрытаго тепла парообразованія и поглощеніе солнечной теплоты каплями будетъ способствовать повышенію температуры, а вмѣстѣ съ этимъ и увеличенію скорости поднятія. Такой токъ можетъ прорваться чрезъ пограничный слой, а тогда произойдетъ очень быстрое сгущеніе и образованіе (кучевыхъ облаковъ).

Въ нижнихъ слояхъ атмосферы, гдѣ, какъ показали опыты Aultken'a, Melander'a и другихъ изслѣдователей, всегда содержится значительное количество пыли, достаточное для конденсаціи водяныхъ паровъ, необходимо самое незначительное расширение; здѣсь начинаютъ формироваться Cumulus'ы. Такъ какъ при существованіи восходящаго тока воздуха пыль можетъ быть унесена на высоту 3000—4000 метровъ, то ясно, что значительнаго пересыщенія въ этомъ ярусѣ быть не можетъ. Последнее будетъ наблюдаться, когда, вслѣдствіе конденсаціи или другихъ какихъ-либо причинъ, воздухъ лишится своей пыли. Замѣтное пересыщеніе воздуха водяными парами можетъ начаться лишь съ того момента, когда число пылевыхъ ядеръ станетъ ничтожнымъ, что можетъ произойти или благодаря конденсаціи въ нижнихъ слояхъ, или когда восходящій токъ встрѣчается со слоемъ воздуха, гдѣ законъ адиабатическаго пониженія температуры нарушенъ. Замедленіе движенія въ этомъ слое способствуетъ выпаденію пылинокъ. Если, вслѣдствіе нагрѣванія, напримѣръ, восходящій и свободный отъ пыли потокъ прорвется сквозь такой слой и опять попадетъ въ ярусъ съ адиабатическимъ распредѣленіемъ температуръ, то здѣсь возможно значительное пересыщеніе, и, за отсутствіемъ пыли, пары станутъ конденсироваться на отрицательныхъ іонахъ. По измѣреніямъ Ebert'a, Lüdeling'a и Gerdien'a на высотѣ 4000—5000 м. содержится до 3×10^9 іоновъ—количество ядеръ, достаточное для образованія облаковъ. На вновь образовавшихся капелькахъ, при дальнѣйшемъ поднятіи, будетъ накапливаться все больше и больше воды, пока онѣ не отяжелѣютъ настолько, что восходящій токъ не сможетъ ихъ увлекать съ собою, и онѣ начнутъ падать. Такимъ образомъ, останутся пока свободными одни лишь положительные іоны, и когда, при дальнѣйшемъ поднятіи, разряженіе достигнетъ 1,38, то начнется конденсація на положительныхъ іонахъ, настанетъ образованіе капелекъ и послѣ этого ихъ паденіе *).

Резюмирую сказанное. Для возможности образованія любого вида гидрометеоровъ необходимо, чтобы воздухъ былъ насыщенъ водяными парами. Образованіе тумана и облаковъ возможно, когда въ атмосферѣ есть ядра, на которыхъ могли бы зарождаться эмбриональныя частицы гидрометеоровъ. Въ нижнихъ слояхъ пары осаждаются на пылинкахъ (наиболѣе крупныя капли, въ среднемъ ярусѣ на отрицательныхъ и въ верхнемъ на положительныхъ іонахъ).

*) Въ июльской книгѣ Ann. d. Phys. und Chem. за 1907 г. (Bd. 23, N. 2, № 7, стр. 317) появилась работа Erich'a Barkow'a, заключающая въ себѣ содержаніе ряда опытовъ надъ образованіемъ тумана въ воздухѣ, насыщенномъ водяными парами. Въ результатѣ авторъ приходитъ къ заключенію, что при объясненіи явленія конденсаціи паровъ нельзя основываться исключительно на физическихъ свойствахъ іоновъ, но необходимо имѣть въ виду различныя вторичныя явленія, зависящія отъ ионизаціи. Огромное значеніе, по мнѣнію Barkow'a, имѣетъ присутствіе въ воздухѣ озона и окисловъ азота, особенно послѣднихъ. Хотя работа и очень солидная, но вопросъ несомнѣнно пуждается въ дальнѣйшей разработкѣ.

Къ геометріи треугольника.

А. Кириллова.

(Продолженіе).

Формулы. Сохраняя тѣ же условія*), проведемъ прямыя линіи DF' , $D'F$, DE' , $D'E$, EF' и $E'F$, и пусть A_2 будетъ точка пересѣченія первыхъ двухъ линій, B_2 — третьей и четвертой, C_2 — послѣднихъ двухъ.

Если разстоянія точки A_2 отъ сторонъ BC , AC и AB даннаго треугольника обозначимъ соответственно черезъ x'_a , x'_b и x'_c , а разстоянія точекъ B_2 и C_2 — черезъ y и z съ тѣмъ же значкомъ вверху и съ такими же буквенными указателями, то отношенія этихъ разстояній къ высотамъ треугольника ABC выразятся слѣдующими формулами:

$$\frac{x'_a}{h_a} = \frac{a^2 + \beta\gamma}{(a + \beta)(a + \gamma)}, \quad (10)$$

$$\frac{x'_b}{h_b} = \frac{a\beta(a - \gamma)}{(a + \beta)(a^2 - \beta\gamma)}, \quad (11)$$

$$\frac{x'_c}{h_c} = \frac{a\gamma(a - \beta)}{(a + \gamma)(a^2 - \beta\gamma)}, \quad (12)$$

$$\frac{y'_a}{h_a} = \frac{a\beta(\beta - \gamma)}{(a + \beta)(\beta^2 - a\gamma)}, \quad (13)$$

$$\frac{y'_b}{h_b} = \frac{\beta^2 + a\gamma}{(a + \beta)(\beta + \gamma)}, \quad (14)$$

$$\frac{y'_c}{h_c} = \frac{\beta\gamma(a - \beta)}{(\beta + \gamma)(\beta^2 - a\gamma)}, \quad (15)$$

$$\frac{z'_a}{h_a} = \frac{a\gamma(\beta - \gamma)}{(a + \gamma)(\gamma^2 - a\beta)}, \quad (16)$$

$$\frac{z'_b}{h_b} = \frac{\beta\gamma(a - \gamma)}{(\beta + \gamma)(\gamma^2 - a\beta)}, \quad (17)$$

$$\frac{z'_c}{h_c} = \frac{\gamma^2 + a\beta}{(a + \gamma)(\beta + \gamma)}. \quad (18)$$

*) См. №№ 443—444 „Вѣстника“. (На стр. 263, въ 6-й строкъ снизу, допущена погрѣшность, а именно, вмѣсто $\frac{\beta}{\gamma}$ напечатано $\frac{\gamma}{\beta}$).

Что касается вывода этихъ формулъ, то очевидно, что онъ представлялъ бы повтореніе тѣхъ соображеній, при помощи которыхъ получены формулы 1—9.

Теорема. 4. Произведеніе разстояній точекъ A_2 , B_2 и C_2 соответственно отъ сторонъ AB , BC и CA даннаго треугольника равняется произведенію разстояній тѣхъ же точекъ отъ сторонъ CA , AB и BC *).

Дѣйствительно, перемноживъ почленно равенства (12), (13) и (17), (11), (15) и (16), увидимъ, что

$$x'_c y'_a z'_b = x'_b y'_c z'_a.$$

5. Сумма разстояній точекъ A , B_1 и C_1 соответственно отъ сторонъ BC , CA и AB даннаго треугольника, сложенная съ суммою разстояній точекъ A_2 , B_2 и C_2 отъ тѣхъ же сторонъ, равняется суммѣ высотъ даннаго треугольника.

Въ самомъ дѣлѣ, изъ формулъ (1) и (10), (5) и (14), (9) и (18) находимъ:

$$(81) \quad x_a + x'_a = h_a, \quad y_b + y'_b = h_b, \quad z_c + z'_c = h_c;$$

слѣдовательно,

$$(81) \quad (x_a + y_b + z_c) + (x'_a + y'_b + z'_c) = h_a + h_b + h_c.$$

6. Отрѣзки A_1A_2 , B_1B_2 и C_1C_2 дѣлятся гармонически сторонами даннаго треугольника ABC , выходящими соответственно изъ вершинъ A , B и C .

Обозначивъ буквами P и Q точки пересѣченія отрѣзка A_1A_2 со сторонами AC и AB даннаго треугольника, будемъ имѣть:

$$(81) \quad A_1P : A_2P = x_b : x'_b, \quad A_1Q : A_2Q = x_c : x'_c.$$

Но изъ формулъ (2) и (11), (3) и (12) слѣдуетъ, что

$$(81) \quad x_b : x'_b = x_c : x'_c,$$

а потому

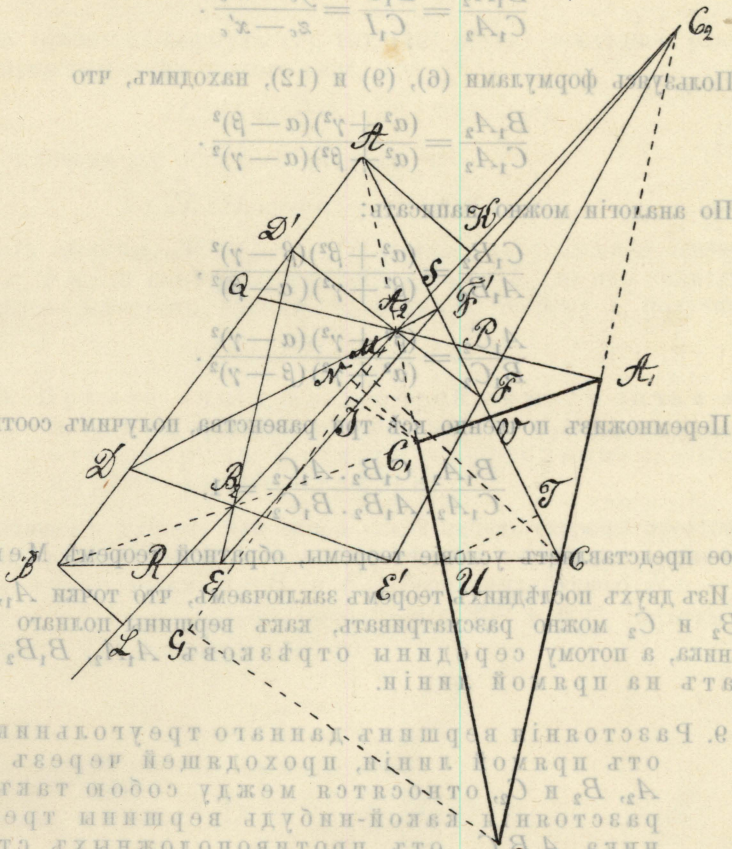
$$(81) \quad A_1P : A_2P = A_1Q : A_2Q.$$

(*) Аналогичная теорема, относящаяся къ точкамъ A_2 , B_2 и C_2 , можетъ быть выражена въ такой формѣ. Произведеніе разстояній точки A_2 отъ какой-нибудь стороны даннаго треугольника ABC , точки B_2 отъ другой стороны и точки C_2 отъ третьей стороны того же треугольника есть величина постоянная. И дѣйствительно, при помощи формулъ 1—9 не трудно убѣдиться, что каждое изъ произведеній, составленныхъ согласно условію теоремы, равняется

$$\frac{\alpha\beta\gamma}{(a+\beta)(a+\gamma)(\beta+\gamma)} h_a h_b h_c.$$

Подобным же образом можно доказать теорему относительно отрезков B_1, B_2 и C_1, C_2 .

7. Точки A_2 , B_2 и C_2 лежать на продолжениях сторон треугольника $A_1B_1C_1$.



Фиг. 2.

Действительно, изъ формулъ (8) и (9), (11) и (12) находимъ:

отсюда заключаем, что точка A_2 лежит на прямой линии C_1A , которая, по теореме 2, составляет продолжение стороны B_1C_1 треугольника $A_1B_1C_1$.

Подобнымъ же образомъ доказывается теорема для точекъ B_2 и C_2 .

8. Точки A_2 , B_2 и C_2 лежат на прямой линии.

Чтобы доказать эту теорему, проведемъ изъ точки A_2 прямую линию, параллельную сторонѣ AB даннаго треугольника, и опустимъ на нее изъ точекъ B_1 и C_1 перпендикуляры B_1G и C_1I . Тогда, принимая во вниманіе уже доказанное свойство точекъ A_2 , B_2 и C_2 , изъ подобія прямоугольныхъ треугольниковъ A_2B_1G и A_2C_1I будемъ имѣть:

$$\frac{B_1A_2}{C_1A_2} = \frac{B_1G}{C_1I} = \frac{y_c - x'_c}{z_c - x'_c}.$$

Пользуясь формулами (6), (9) и (12), находимъ, что

$$\frac{B_1A_2}{C_1A_2} = \frac{(a^2 + \gamma^2)(a - \beta)^2}{(a^2 + \beta^2)(a - \gamma)^2}.$$

По аналогіи можно написать:

$$\frac{C_1B_2}{A_1B_2} = \frac{(a^2 + \beta^2)(\beta - \gamma)^2}{(\beta^2 + \gamma^2)(a - \beta)^2},$$

$$\frac{A_1C_2}{B_1C_2} = \frac{(\beta^2 + \gamma^2)(a - \gamma)^2}{(a^2 + \gamma^2)(\beta - \gamma)^2}.$$

Перемноживъ почленно всѣ три равенства, получимъ соотношеніе

$$\frac{B_1A_2 \cdot C_1B_2 \cdot A_1C_2}{C_1A_2 \cdot A_1B_2 \cdot B_1C_2} = 1,$$

которое представляетъ условіе теоремы, обратной теоремѣ Менелая.

Изъ двухъ послѣднихъ теоремъ заключаемъ, что точки A_1 , B_1 , C_1 , A_2 , B_2 и C_2 можно разсматривать, какъ вершины полнаго четырехугольника, а потому середины отрезковъ A_1A_2 , B_1B_2 и C_1C_2 лежатъ на прямой линіи.

9. Разстоянія вершинъ даннаго треугольника ABC отъ прямой линіи, проходящей черезъ точки A_2 , B_2 и C_2 , относятся между собою такъ, какъ разстоянія какой-нибудь вершины треугольника $A_1B_1C_1$ отъ противоположныхъ сторонъ даннаго треугольника, умноженные соответственно на тѣ же стороны.

Для доказательства этой теоремы изъ точекъ A , B , C и C_1 опустимъ на прямую линію, проходящую черезъ точки A_2 , B_2 и C_2 перпендикуляры AK , BL , CM и C_1N и положимъ, что $AK = H_a$, $BL = H_b$, $CM = H_c$. Тогда изъ подобія треугольниковъ AA_2K и A_2C_1N , BB_2L и B_2C_1N найдемъ, что

$$\frac{H_a}{C_1N} = \frac{AA_2}{A_2C_1}, \quad \frac{H_b}{C_1N} = \frac{BB_2}{B_2C_1}.$$

Раздѣливъ первую пропорцію на вторую, получимъ:

$$\frac{H_a}{H_b} = \frac{AA_2}{A_2C_1} \cdot \frac{B_2C_1}{BB_2};$$

или

$$\frac{H_a}{H_b} = \frac{x'_c}{z_c - x'_c} \cdot \frac{z_a - y'_a}{y'_a}.$$

На основаніи формулъ (7), (9), (12) и (13) последнее равенство можно представить въ такомъ видѣ:

$$H_a : H_b = a(\gamma^2 - \beta^2) : \beta(a^2 - \gamma^2).$$

Подобнымъ же образомъ найдемъ, что

$$H_b : H_c = \beta(a^2 - \gamma^2) : \gamma(a^2 - \beta^2).$$

Если стороны BC , CA и AB данного треугольника обозначимъ черезъ a , b и c и замѣтимъ, что $ah_a = bh_b = ch_c$, то изъ написанныхъ выше двухъ равенствъ, принявъ во вниманіе теорему 1, получимъ:

$$H_a : H_b : H_c = ax_a : bx_b : cx_c.$$

10. Прямая линія, на которой лежатъ точки A_2 , B_2 и C_2 , и стороны треугольника $A_1B_1C_1$ отсѣкаютъ отъ сторонъ данного треугольника ABC попарно равные отрезки.

Докажемъ теорему для одной какой-нибудь стороны треугольника ABC , напимръ, для BC , точку пересѣченія которой съ прямою, проходящею черезъ точки A_2 , B_2 и C_2 , обозначимъ буквою R .

Если изъ точки U пересѣченія линій BC и B_1C_1 опустимъ перпендикуляръ UT на линію AC , то

$$\frac{2}{UT} = \frac{1}{y_b} + \frac{1^*}{z_b}.$$

Съ другой стороны, очевидно, что

$$\frac{h_b}{UT} = 1 + \frac{BU}{CU}.$$

*) Чтобы упростить выводъ этого равенства, докажемъ слѣдующую теорему. Стороны треугольника AB_1C_1 дѣлятся гармонически сторонами и противоположными вершинами данного треугольника ABC .

Дѣйствительно, имѣемъ: $\frac{B_1U}{C_1U} = \frac{y_a}{z_a} \cdot \frac{B_1A}{C_1A} = \frac{h_a + y_a}{h_a} \cdot \frac{1}{z_a}$. Но при помощи формулъ (4) и (7) нетрудно убѣдиться, что

$$\frac{y_a}{z_a} = \frac{h_a + y_a}{h_a} \cdot \frac{1}{z_a};$$

слѣдовательно,

$$B_1U : C_1U = B_1A : C_1A.$$

Исключая изъ этихъ двухъ равенствъ UT и пользуясь формулами (5) и (8), находимъ:

$$\frac{BU}{CU} = \frac{\gamma(\alpha^2 - \beta^2)}{\beta(\alpha^2 - \gamma^2)}.$$

Но при доказательствѣ предыдущей теоремы мы видѣли, что $CM:BL = \gamma(\alpha^2 - \beta^2) : \beta(\alpha^2 - \gamma^2)$, а такъ какъ $CR:BR = CM:BL$, то $\frac{BU}{CU} = \frac{CR}{BR}$, откуда слѣдуетъ, что

$$BU = CR \text{ и } BR = CU.$$

Изъ этой теоремы выводимъ, какъ слѣдствіе ея, что 1) разстоянія двухъ какихъ-нибудь вершинъ треугольника ABC отъ прямой линіи, проходящей черезъ точки A_2 , B_2 и C_2 , относятся между собою такъ, какъ и разстоянія ихъ отъ стороны треугольника $A_1B_1C_1$; 2) произведение перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ вершинъ A , B и C перваго треугольника на стороны A_1B_1 , B_1C_1 и C_1A_1 второго, равняется произведенію перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ тѣхъ же вершинъ на стороны C_1A_1 , A_1B_1 и B_1C_1 треугольника $A_1B_1C_1$.

На основаніи послѣдней теоремы легко опредѣлить положеніе точекъ A_2 , B_2 и C_2 , если построенъ треугольникъ $A_1B_1C_1$. Въ самомъ дѣлѣ, обозначивъ точку пересѣченія линій AC и A_1C_1 буквою V , отложимъ на сторонахъ BC и AC даннаго треугольника отрѣзки BR и AS , равные отрѣзкамъ CU и CV , и черезъ точки R и S проведемъ прямую линію. Очевидно, что стороны треугольника $A_1B_1C_1$, будучи продолжены, пересѣкутъ эту линію въ точкахъ A_2 , B_2 и C_2 . Обратно, если точки A_2 , B_2 и C_2 найдены независимо отъ треугольника $A_1B_1C_1$, то вершины этого послѣдняго опредѣлятся, какъ точки пересѣченія линій AA_2 , BB_2 и CC_2 .

Опыты и приборы.

Демонстрація электрическихъ силовыхъ линій. Плодотворность понятія о силовыхъ линіяхъ, электрическихъ и магнитныхъ, при прохожденіи въ средней школѣ курса электричества и магнетизма, не подлежитъ нынче никакому сомнѣнію. Несмотря на то, что изъ принятыхъ учебниковъ физики одни совсѣмъ не упоминаютъ объ этихъ линіяхъ, а другіе отводятъ имъ (да и то только магнитнымъ) болѣе чѣмъ скромное мѣсто въ примѣчаніяхъ и коротенькихъ добавленіяхъ, многіе преподаватели физики пытаются если не основать все ученіе объ электрическихъ и магнитныхъ явленіяхъ на представленіи о силовыхъ линіяхъ, то, по крайней мѣрѣ, объяснить свойствами этихъ линій многія явленія, наблюдаемая въ электрическомъ и магнитномъ поляхъ. Къ тому же ходъ силовыхъ линій въ магнитномъ полѣ демонстрируется

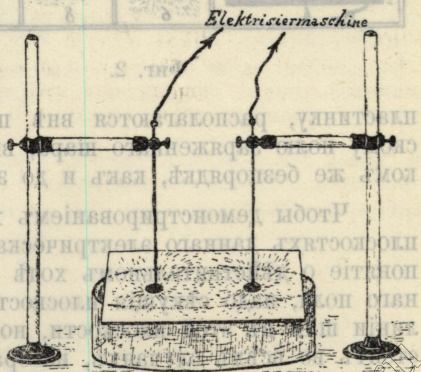
просто помощью желѣзныхъ опилокъ. Не такъ просто обстоитъ дѣло съ демонстраціей хода электрическихъ силовыхъ линий.

Способы, предложенные для послѣдней цѣли, сравнительно не такъ давно, сводятся къ тому, что стараются получить въ какой-нибудь жидкости (напр. въ вазелиновомъ или касторовомъ маслѣ) мелкія частицы какого-нибудь матеріала (напр. мелкія шелковыя ворсинки) въ подвѣшенномъ состояніи; если въ такую жидкость внести аппаратъ (напр. два шарика, соединенные съ полюсами электрической машины), помощью котораго можно получить той или иной формы электрическое поле, то суспендированныя частицы своей оріентировкой въ направленіи силовыхъ линий поля дадутъ намъ ясное представленіе о ходѣ силовыхъ линий.

Надо, однако, замѣтить, что демонстрированіе подобнымъ образомъ электрическихъ силовыхъ линий требуетъ особой тщательности.

Желая упростить эту демонстрацію и сдѣлать ее менѣ „капризной“, К. Фишеръ предложилъ способъ, аналогичный способу демонстрированія магнитныхъ силовыхъ линий.

Мысль, лежащая въ основѣ способа Фишера, станетъ ясной изъ описанія одного простого опыта. На стеклянную пластинку (фиг. 1) наклеены на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другого два маленькихъ станиолевыхъ кружка, къ которымъ подводятся заряды отъ полюсовъ электрической машины помощью двухъ проволокъ, стоящихъ нормально къ пластинкѣ. Если посыпать пластинку подходящимъ порошкомъ, то частицы его, располагаясь въ направленіи силовыхъ линий, дадутъ картину электрическаго поля въ плоскости пластинки, образованную двумя кружками, наэлектризованными разноименно.—Наиболѣе подходящимъ порошокомъ, послѣ многочисленныхъ пробъ, оказался гипсовый. Если взять кусокъ кристалла гипса и истолочь его въ ступкѣ очень мелко, то получается порошокъ, частицы котораго, большею частью, продолговаты, благодаря чему онѣ получаютъ въ электрическомъ полѣ болѣе болѣе моментъ вращенія и лучше устанавливаются, при легкомъ постукиваніи о стекло, по силовымъ линиямъ поля.

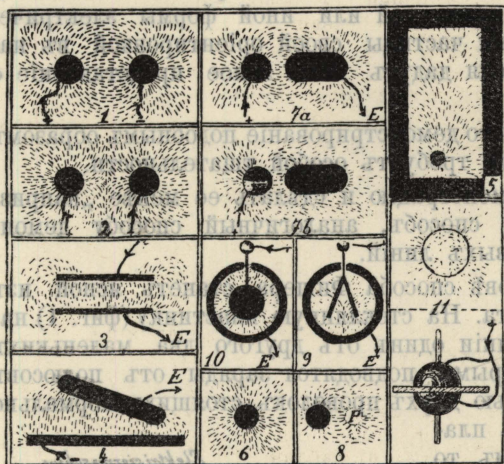


Фиг. 1.

Само собою разумѣется, что этимъ способомъ извѣдывается ходъ силовыхъ линий въ опредѣленной плоскости. Поэтому, если желательно получить ходъ (въ нѣкоторой плоскости) силовыхъ линий электрическаго поля, созданнаго въ какомъ-нибудь аппаратѣ, нужно представить себѣ, что поверхность стеклянной пластинки есть сѣкущая плоскость, и сдѣлать на ней наклейки изъ станиоля въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эта плоскость пересѣкла бы металлическія части аппарата. Такъ, на-

примѣръ, вышеописанный опытъ показываетъ ходъ силовыхъ линий въ любой плоскости, проходящей черезъ линію центровъ двухъ шариковъ, разноименно наэлектризованныхъ.

На фиг. 2 показанъ ходъ силовыхъ линий въ различныхъ электрическихъ поляхъ: 1) два шарика наэлектризованы одноименно; 2) два шарика наэлектризованы разноименно; 3) плоскій конденсаторъ; 4) электрофоръ; 5) наэлектризованный шаръ внутри помѣщенія, стѣнки котораго отведены къ землѣ;



Фиг. 2.

пластинку, располагаются внѣ полушарія, соответственно электрическому полю заряженнаго шара, внутри же полушарія остаются въ такомъ же безпорядкѣ, какъ и до заряженія полушарія.

Чтобы демонстраціею хода силовыхъ линий въ различныхъ плоскостяхъ даннаго электрическаго поля можно было составить себѣ понятіе о дѣйствительномъ ходѣ въ пространствѣ силовыхъ линий даннаго поля, надо съкучить плоскости поля выбирать такъ, чтобы силовыя линіи шли въ этой плоскости, но не пересѣкали бы ея. Такъ дѣло обстоитъ во всѣхъ случаяхъ, изображенныхъ на фиг. 2.

Если нужно такого рода картину электрическаго поля показать большому числу слушателей, то ихъ можно отбросить на экранъ помощью „горизонтальной проекціи“.

*) Демонстрируется втягиваніе силовыхъ линий въ діэлектрикъ.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Радиоактивность морской воды (Philosophic. Magazine, с. 6, Vol. 15, № 87, Мартъ, 1908). Вопросъ этотъ, трактуемый проф. Ioly, тѣсно связанъ съ задачей, надъ разрѣшеніемъ которой работали А. S. Eve: „Ионизація атмосферы надъ океаномъ“. Передъ началомъ этой работы было получено сообщеніе о содержаніи радія въ морской соли, при чемъ величина содержанія, указанная Struttomъ, была $0,15 \times 10^{-12}$ грамма на каждый граммъ соли. Эта величина еще должна быть уменьшена вполонину, такъ какъ процентное отношеніе радія и урана, съ которымъ онъ былъ въ соединеніи, было увеличено вдвое, но и это даже данное должно разсматриваться, только какъ приближенное значеніе. Eve работаетъ надъ морской водой, доставленной ему изъ Атлантическаго океана между Монреалемъ и Глазго. Количество радія въ этихъ опытахъ была дано цифрой $0,0003 \times 10^{-12}$ грамма на граммъ морской воды. Если мы примемъ, что процентное содержаніе морской соли въ морской водѣ составляетъ 3 на 100 сгр., то опредѣленіе Strutt'a дастъ для морской воды цифру $0,0023 \times 10^{-12}$ грамма радія на граммъ морской воды. Eve въ изысканіяхъ надъ 400 кб. см. морской воды пришелъ къ цифрѣ $0,02 \times 10^{-12}$ грамма на граммъ соли, что даетъ для морской воды содержаніе радія въ количествѣ $0,0006 \times 10^{-12}$ грамма. Такимъ образомъ, мы имѣемъ совершенно различныя данныя:

Радій въ морской соли (Strutt)	$0,0023 \times 10^{-12}$
„ „ „ „ (Eve)	$0,0006 \times 10^{-12}$
„ „ „ „ водѣ (Атлант. океанъ, Eve)	$0,0003 \times 10^{-12}$

Изслѣдуя всѣ вышеприведенныя данныя, Eve пришелъ къ заключенію, что содержаніе радія въ морской водѣ не должно превышать $0,0006 \times 10^{-12}$ грамма.

Ioly заинтересовался этимъ вопросомъ и предпринялъ опыты для проверки этихъ чиселъ. Вода, взятая имъ въ количествѣ 2450 кб. см., была тщательно изслѣдована въ помѣщеніи, гдѣ передъ этимъ не производилось радиоактивныхъ наблюденій. На этотъ разъ было получено число $0,0356 \times 10^{-12}$ грамма радія на граммъ морской воды. Это опредѣленіе, давшее величину, болѣе, чѣмъ въ 10 разъ, отличающуюся отъ предыдущихъ, требовало, конечно, проверки.

Для этой цѣли было произведено изслѣдованіе надъ морской водой, доставленной въ количествѣ 2800 кб. см. съ острова Мэнъ. На этотъ разъ опредѣленіе дало $0,0038 \times 10^{-12}$ грамма радія на граммъ воды. Дальнѣйшія опредѣленія съ новыми количествами воды дали:

$0,0126 \times 10^{-12}$
$0,0152 \times 10^{-12}$
$0,0268 \times 10^{-12}$

Всѣ опыты давали болѣе или менѣе различныя цифры; средняя величина всѣхъ наблюденій представится числомъ $0,0255 \times 10^{-12}$. Слѣдствіе, которое можно было и предвидѣть, заключается въ томъ, что содержаніе радія въ водѣ зависѣло отъ того мѣста, откуда бралась вода для опыта. Ioly склоняется ко взгляду, что радиоактивность морской воды увеличивается по мѣрѣ приближенія къ сушѣ; это предположеніе, конечно, нуждается въ подтвержденіи новыми опытами.

Океаническая радиоактивность, по мнѣнію Ioly, отчасти обязана своимъ происхожденіемъ разрушенію скалъ и переносамъ полученныхъ такимъ образомъ радиоактивныхъ частичекъ въ океанъ. Содержаніе радиоактивныхъ частицъ наблюдается даже въ глубокихъ мѣстахъ океана, очень далеко отъ берега.

А. Л.

Вліяніе солнечнаго свѣта на появленіе и направленіе газовыхъ молекулъ въ растворѣ морской воды (Comptes Rendus, t. CXLVI, № 8). При погруженіи трубокъ съ различными растворами въ морскую воду можно наблюдать, какъ на внѣшнихъ стѣнкахъ трубокъ появляются пузырьки газа послѣ того, какъ трубки въ теченіе 45—60 минутъ подвергались дѣйствию солнечныхъ лучей.

Пузырьки эти остаются довольно долго на поверхности трубокъ и затѣмъ исчезаютъ. То же явленіе можно наблюдать и въ прѣсной водѣ. Dubois, производившій опытъ въ этомъ направленіи, былъ особенно удивленъ однимъ обстоятельствомъ: въ томъ случаѣ, когда въ трубкѣ находился растворъ зеленого цвѣта, внѣшняя поверхность трубки покрывалась пузырьками газа гораздо скорѣе и въ большихъ размѣрахъ, нежели трубки съ растворами, окрашенными въ другіе цвѣта. На внѣшней и даже на внутренней поверхностяхъ трубокъ съ зелеными растворами пузырьки газа такъ многочисленны, что касаются другъ друга, и наблюдается явленіе, очень схожее съ тѣмъ, которое происходитъ на поверхности водорослей, погруженныхъ въ воду и тамъ подвергающихся дѣйствию солнечныхъ лучей.

Для опыта были взяты четыре трубки, наполненные растворами различной окраски: красной, желтой, зеленой и голубой. Были произведены два опыта: въ первомъ пользовались хлорофилломъ морскихъ водорослей въ растворѣ спирта, во второмъ — растворомъ хлористаго никкеля. Во время опыта температура воднаго пространства поднялась на 8°. Фотографіи, сдѣланныя въ различные моменты опыта, показали, что на трубкахъ съ зеленымъ растворомъ несравненно больше пузырьковъ, нежели на другихъ.

При изслѣдованіи было обнаружено, что пузырьки эти богаты содержаніемъ кислорода. Lippman думаетъ, что эти видимыя газовыя частицы объяснены своимъ появленіемъ тепловымъ излученіямъ солнца.

А. Л.

РЕЦЕНЗІИ.

K. Neisser. „Ptolemäus oder Kopernikus“. Eine Studie über die Bewegung der Erde und über den Begriff der Bewegung. Leipzig. 1907. 153 стр.

Въ послѣднюю четверть вѣка, даже нѣсколько раньше, въ области точнаго знанія возникли глубокія сомнѣнія, грозяція подорвать тѣ основы науки, которыя казались установленными наиболее прочно, скажу даже, казались совершенно неизблемыми. По существу дѣла, это, конечно, не должно насъ поражать. Кому неизвѣстно, что вся исторія науки представляетъ собой непрерывную смѣну идей и принциповъ, одну сплошную борьбу новыхъ взглядовъ противъ устоевъ, которые казались совершенно неизблемыми. Однако, то теченіе, которое мы имѣемъ въ виду, носить совершенно иной характеръ; эта новая борьба кореннымъ образомъ отличается отъ старой. Дѣло въ томъ, что въ прежнее время не только побѣда новыхъ воззрѣній, но даже самое возникновеніе ихъ обуславливалось открытіемъ новыхъ фактовъ, которые не объяснялись прежними ученіями, а потому подрывали ихъ. И если Коперникъ побѣдилъ Птолемея, то прежде всего потому, что накопившіеся результаты точныхъ измѣреній не объяснялись системой Птолемея, или, во всякомъ случаѣ, требовали необычайнаго усложненія его простой схемы. Совершенно иной источникъ имѣютъ тѣ сомнѣнія, о которыхъ здѣсь идетъ рѣчь. Отвѣщаясь отъ логики, они черезъ математику перебрасываются въ механику и физику. Мы очень хорошо знаемъ, что у многихъ это обстоятельство вызоветъ недоумѣніе къ тѣмъ взглядамъ, о которыхъ идетъ рѣчь. Слишкомъ уже глубоко недоумѣніе къ умозрѣнію въ области положительнаго знанія, слишкомъ свѣжи еще у насъ воспоминанія о метафизикѣ. Однако, то логическое направленіе, которое мы имѣемъ въ виду, крайне далеко отъ метафизики; напротивъ, оно зародилось на почвѣ борьбы съ метафизикой и ставитъ эту борьбу своей задачей.

Точка отправления здѣсь заключается въ слѣдующемъ: всякое положеніе, которое мы кладемъ въ основу той или иной дисциплины, должно имѣть опредѣленное содержаніе, мы должны его понимать. На первый взглядъ можетъ показаться, что это требованіе въ такой мѣрѣ тривиально, что здѣсь не о чемъ говорить. Развѣ можно съ этимъ не соглашаться, развѣ можетъ быть иначе? Но кому приходилось много заниматься основами науки, тотъ хорошо знаетъ, какъ часто рутина и привычка маскируютъ собою дѣйствительное пониманіе.

Очень трудно указать, кто первый стал высказывать тѣ сомнѣнія, которыя въ настоящее время противопоставляются основнымъ принципамъ механики. Нѣкоторые склонны видѣть ихъ уже въ „*Philosophiae naturalis principia mathematica*“, т. е. въ той самой книгѣ, въ которой система современной механики была впервые установлена. Эти сомнѣнія ясно выражены у Гельмгольца въ его предисловіи къ механикѣ Герца; съ полной опредѣленностью они высказаны въ первый разъ, повидимому, Францомъ Нейманомъ, а затѣмъ развиты Э. Махомъ.

Птолемей или Коперникъ? Вращается ли земля вокругъ солнца, или солнце вокругъ земли? Вращается ли земля вокругъ своей оси, или вращается сводъ небесный вокругъ земли?

Неужели этотъ вопросъ можетъ вновь возникнуть и сдѣлаться предметомъ серьезнаго изслѣдованія? Да, какъ видите. Сочиненіе, которому посвящены эти строки, дѣлаетъ на попытку дать сводку всего того, что въ послѣдніе годы написано на эту тему.

Основная идея здѣсь очень простая. Уже давно никто серьезно не говорить объ абсолютномъ движеніи. Самое понятіе о движеніи предполагаетъ двѣ тѣла или двѣ среды, которыя перемѣщаются одна относительно другой въ томъ смыслѣ, что однѣ и тѣ же точки одной среды послѣдовательно совмѣщаются съ различными точками другой среды. Существуетъ только относительное движеніе, и всякій разъ, какъ такой процессъ происходитъ, мы вольны фиксировать одно изъ двухъ тѣлъ и присваивать движеніе другому. Но если такъ, то въ чемъ же собственно заключался великій споръ между геоцентрической и гелиоцентрической системой? Неужели ожесточенная борьба, въ которую были вовлечены, помимо науки, религія и политика, не имѣла подъ собою никакой иной базы, кромѣ словъ?

Выясненію этихъ вопросовъ посвящена книга г. Нейссера. Онъ старается прежде всего детально выяснитъ относительность понятія движенія какъ съ объективной точки зрѣнія, т. е. съ точки зрѣнія содержанія самаго понятія, такъ и съ субъективной, т. е. съ точки зрѣнія различной аперценціи созерцаемаго движенія. Въ этомъ, быть можетъ, мало новаго, но авторъ приводитъ много разительныхъ примѣровъ нашего субъективнаго отношенія къ тому, какое собственно тѣло движется. Установленную такимъ образомъ точку зрѣнія на движеніе, какъ на процессъ существенно относительный, авторъ примѣняетъ къ основному вопросу, которому посвящена книга. Если мы размаиваемъ движеніе нѣсколькихъ системъ, то, въ силу относительности самаго понятія о движеніи, утверждать, что какое-либо изъ нихъ находится въ покоѣ, а остальные движутся относительно него, логически невозможно; мы можемъ выбрать любую изъ этихъ системъ и къ ней отнести движенія остальныхъ: иначе говоря, мы вольны принять любую систему А за неподвижную и считать, что остальные движутся; и въ такое утвержденіе вкладывается только то содержаніе, что система А принята за основную систему нашей координаціи, и ничего больше. Въ чемъ же собственно заключается тотъ переворотъ, который былъ произведенъ знаменитой книгой „*De revolutionibus orbium coelestium*“? И затѣмъ, какое содержаніе имѣютъ такъ называемыя физическія и механическія доказательства вращенія земли вокругъ своей оси и вокругъ солнца?

Отвѣтить на эти вопросы собственно и составляетъ главную задачу автора. Для этого ему приходится обратиться къ основнымъ вопросамъ механики; онъ выясняетъ тѣ логическія трудности, которыя скрываются въ законахъ Ньютона, въ ученіи о всемірномъ тяготѣніи, въ понятіи о центробѣжной силѣ. Онъ подробно останавливается на тѣхъ сомнѣніяхъ, которыя высказаны относительно принципа инерціи, объ относительности нашихъ методовъ измѣренія времени. Тщательный анализъ приводитъ къ тому, что одни изъ этихъ устоевъ современнаго точнаго знанія вовсе не имѣютъ содержанія, другіе же такъ сформулированы, что самой своей формулировкой, а не сущностью дѣла предпріимутъ вопросъ о побѣдѣ той, а не иной системы небесной механики. Въ результатѣ авторъ приходитъ къ двумъ основнымъ выводамъ. Вотъ какъ онъ формулируетъ первый изъ этихъ выводовъ:

„На памятникъ, который городъ Торинъ воздвигъ Копернику, сдѣлана надпись: „*Terrae motor, solis coelique stator*“. Эти слова лучше, чѣмъ всѣ книги, написанныя о Коперникѣ, характеризуютъ его великое твореніе. Коперникъ не

открылъ, что земля движется, а солнце и звѣзды пребываютъ въ покоѣ, но онъ самъ сообщилъ землѣ движеніе и привелъ небо въ состояніе покоя".

Второй же выводъ заключается въ томъ, что великій споръ Коперника противъ Птолемея относится не столько къ движеніямъ небесныхъ тѣлъ, сколько къ распредѣленію разстояній въ мірозданіи. И этотъ споръ проскользнулъ въ область движенія только потому, что сознательно или безсознательно по движеніямъ рассчитывали судить обратно о размерахъ небесныхъ тѣлъ.

Убѣдить ли авторъ каждаго читателя, или нѣтъ—это вопросъ, котораго мы не станемъ здѣсь предпринимать, но мы убѣждены, что всякій, кто со вниманіемъ прочтетъ эту книгу, убѣдится, что наши незыблемыя началоосновы точнаго знанія еще способны вызывать глубокая сомнѣнія; онъ пойметъ, какъ трудно найти исходную точку, когда хочешь установить основныя положенія науки; не даромъ на книгѣ помѣщено въ качествѣ эпиграфа безнадежное восклицаніе Архимеда: „Δὲς μοι τὰ βῶτα... (Дай мнѣ точку опоры)".

Мы помѣщаемъ эту замѣтку не для того, чтобы критиковать эту книгу, а съ цѣлью обратить на нее вниманіе. Но кѣмъ сдѣлаемъ все же нѣкоторыя замѣчанія критическаго характера. Во-первыхъ, неприятно поражаетъ обиліе подстрочныхъ примѣчаній, которыя въ совокупности, кажется, превышаютъ текстъ. Они содержатъ несомнѣнно много интересныхъ цитатъ, всегоронне-выясняющихъ вопросъ, но не лучше ли было бы ввести, что нужно, въ текстъ, а не отвлекать постоянно читателя. Далѣе, нѣкоторые вопросы все же остаются, на нашъ взглядъ, недостаточно выясненными; такъ, напримѣръ, указывая, что обычная формулировка закона о центробѣжной силѣ не вяжется съ идеей объ относительномъ движеніи, авторъ не даетъ, однако, другой формулировки, которую ее слѣдуетъ замѣнить. Наконецъ, относительно литературы. Авторъ тщательно изучилъ, повидимому, нѣмецкую и французскую литературу, но совершенно игнорируетъ итальянскихъ геометровъ, которые этимъ вопросомъ много занимались; такъ, о статьяхъ по основамъ механики, помѣщенныхъ въ III-емъ томѣ бібліотеки I философскаго конгресса, онъ вовсе не упоминаетъ. Далѣе, авторъ, повидимому, совершенно незнакомъ съ той стороной дѣла, которая обуславливается связью между основами механики и основами геометріи, и которая такъ ярко выступаетъ въ механикѣ неевклидовыхъ пространствъ.

Прив.-доц. В. Казанъ.

Задача на премію № 1.

Выраженіе

$$\left\{ 1 - \frac{x^2}{1 \cdot 2} + \frac{x^4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} - \dots + \frac{x^{4n}}{1 \cdot 2 \dots (4n)} \right\}^2 + x \frac{x^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \frac{x^5}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} - \dots + \frac{x^{4n+1}}{1 \cdot 2 \dots (4n+1)} - 1$$

разложено по возрастающимъ степенямъ x . Определить первый членъ, котораго коэффициентъ отличенъ отъ нуля.

Прив.-доц. С. Шатуновскій.

Авторы двухъ лучшихъ рѣшеній получаютъ каждыя книги физико-математическаго содержанія стоимостью въ 10 руб. по собственному выбору. Рѣшенія должны быть присланы въ редакцію къ 1-му октября 1908 г.

Примѣчаніе. Рѣшеніе задачи на премію должно быть написано на особомъ листѣ бумаги, на которомъ никакой другой переписки съ редакціей быть не должно. Авторы должны назвать свою фамилію и указать адресъ, на который имъ слѣдуетъ присылать рѣшенія.

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Редакция просит не помѣщать на одномъ и томъ же листѣ бумаги 1) дѣловой переписки съ конторой, 2) рѣшеній задачъ, напечатанныхъ въ „Вѣстникъ“, и 3) задачъ, предлагаемыхъ для рѣшенія. Въ противномъ случаѣ редакция не можетъ поручиться за то, чтобы она могла своевременно принять мѣры къ удовлетворенію нуждъ корреспондентовъ.

Редакция проситъ лицъ, предлагающихъ задачи для помѣщенія въ „Вѣстникъ“, либо присылать задачи вмѣстѣ съ ихъ рѣшеніями, либо снабжать задачи указаніемъ, что лицу, предлагающему задачу, неизвѣстно ея рѣшеніе.

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

№ 31 (5 сер.). Построить треугольникъ, если на одной изъ его сторонъ даны положенія четырехъ слѣдующихъ точекъ: основанія внѣшняго биссектора, основанія внутренняго биссектора, основанія высоты и основанія медианы.

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 32 (5 сер.). Рѣшить уравненіе:

$$\frac{1}{3} \sqrt{x^2 + \frac{x}{2}} - 8,5 = \frac{63 - 2x^2}{4} x$$

И. Коровинъ (Екатеринбургъ).

№ 33 (5 сер.). Доказать, что выраженіе

$$\frac{1}{81} (10^n - 1) - \frac{1}{9} n$$

при n цѣломъ и положительномъ равно цѣлому числу.

Я. Назаревскій (Харьковъ).

№ 34 (5 сер.). Доказать справедливость тождества:

$$z^k - \frac{n}{1} (z-1)^k + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} (z-2)^k - \dots + (-1)^{n-1} \frac{n}{1} (z-n+1)^k + (-1)^n (z-n)^k = 0,$$

гдѣ n и k —цѣлыя положительныя числа, при чемъ $k < n$.

А. Брюхановъ (Иркутскъ).

№ 35 (5 сер.). Зная, что

$$\frac{b-c}{y-z} + \frac{c-a}{z-x} + \frac{a-b}{x-y} = 0,$$

вычислить выраженіе

$$(b-c)(y-z)^2 + (c-a)(z-x)^2 + (a-b)(x-y)^2.$$

(Займствъ.).

№ 36 (5 сер.). Доказать, что равенство

$$\sin A \sin C = \sin B \sin D$$

есть необходимое и достаточное условіе для того, чтобы четырехугольникъ $ABCD$ былъ параллелограммомъ или трапеціей.

(Займствъ.).

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧЪ.

№ 868 (4 сер.). Решить уравнение

$$x^3 + ax^2 + bx + \frac{b^3}{a^3} = 0.$$

Представивъ уравнение въ видъ:

$$a^3x^3 + a^2x^2 + a^3bx + b^3 = 0,$$

$$\text{или } (a^3x^3 + b^3) + a^3x(ax + b) = (ax + b)[(a^2x^2 - abx + b^2) + a^3x] = 0,$$

мы видимъ, что данное уравнение распадается на два, а именно:

$$ax + b = 0, \quad a^2x^2 - x(ab - a^3) + b^2 = 0,$$

откуда

$$x_1 = -\frac{b}{a}, \quad x_{2,3} = \frac{ab - a^3 \pm \sqrt{(ab - a^3)^2 - 4a^2b^2}}{2a^2} = \frac{b - a^2 \pm \sqrt{(b - a^2)^2 - 4b^3}}{2a}.$$

Я. Шатуновскій (Страсбургъ); С. Розенблатъ (Кіевъ); А. Турчаниновъ (Одесса); Н. Агрономовъ (Ревель); Г. Лебедевъ (Обоянь).

№ 869 (4 сер.). Доказать справедливость тождества

$$\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r_a^2} + \frac{1}{r_b^2} + \frac{1}{r_c^2} = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{r \cdot r_a \cdot r_b \cdot r_c}.$$

(Займств. изъ „Списание на физико-математическото дружество въ София“).

Съ помощью формулъ:

$$r = \frac{s}{p}, \quad r_a = \frac{s}{p-a}, \quad r_b = \frac{s}{p-b}, \quad r_c = \frac{s}{p-c},$$

находимъ:

$$\begin{aligned} r \cdot r_a \cdot r_b \cdot r_c &= \frac{s^4}{p(p-a)(p-b)(p-c)} = s^2, \\ \frac{1}{r^2} + \frac{1}{r_a^2} + \frac{1}{r_b^2} + \frac{1}{r_c^2} &= \frac{p^2 + (p-a)^2 + (p-b)^2 + (p-c)^2}{s^2} = \\ &= \frac{4p^2 - 2p(a+b+c) + a^2 + b^2 + c^2}{s^2} = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{r \cdot r_a \cdot r_b \cdot r_c}. \end{aligned}$$

Я. Шатуновскій (Страсбургъ); С. Розенблатъ (Кіевъ); А. Турчаниновъ (Одесса); Н. Агрономовъ (Ревель).

Обложка
щется

Обложка
щется