

№ 50.



# ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ

и

## ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

ПОПУЛЯРНО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛЪ,

*Издаваемый Э. К. Шпачинскимъ.*

РЕКОМЕНДОВАНЪ

Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія  
для среднихъ учебныхъ заведеній  
и Главнымъ Управленіемъ Военно-Учебныхъ Заведеній  
для военно-учебныхъ заведеній.

V СЕМЕСТРА № 2-й.

ЖС

Высочайше утверж. Товарищество печатнаго дѣла и торговли И. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup>, въ Москвѣ.  
Кіевское Отдѣленіе, Елисаветинская ул., домъ Михельсона.

1888.

<http://vofem.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ № 50.

Еще о гироскопѣ. *П. Фанг-дер-Флитта*.— Абсолютная скала температуръ, въ связи съ двумя основными законами механической теории тепла. (Продолженіе). *Н. Шиллера*.— Шестиугольникъ Паскаля. *Е. Котельникова*.— Научная хроника: Газовый термометръ (Кальете) *Ив. Г—скаго*, Тепловое расширеніе металловъ при низкихъ температурахъ (Эндрюсъ) *Блм.*, Температура въ буровой скважинѣ въ Шланденбахѣ (Генрихъ) *Блм.*— Рецензіи: С. Ковалевскій, Учебникъ физики. *А. Королкова*.— Разныя извѣстія. — Задачи №№ 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344. — Загадки и вопросы №№ 6 и 7. — Упражненія для учениковъ №№ 1—5. — Рѣшенія задачъ №№ 247 и 270.

### ПОПУЛЯРНО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛЪ

## „ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ“

(съ 20-го августа 1886 года)

выходить книжками настоящаго формата, не менѣе 24 стр. каждая, съ рисунками и чертежами въ текстѣ, три раза въ мѣсяцъ, исключая канicularнаго времени, по 12 №№ въ полугодіе, считая таковыя съ 15-го января по 15-ое мая и съ 20-го августа по 20-ое декабря.

### Подписная цѣна съ пересылкою:

на годъ—всего 24 №№ . . . . . 6 рублей | на одно полугодіе—всего 12 №№—3 рубля

Книжнымъ магазинамъ 5% уступки.

Журналъ издается по полугодіямъ (семестрамъ), и на болѣе короткій срокъ подписка не принимается.

Текущіе №№ журнала отдѣльно не продаются. Нѣкоторые изъ разрозненныхъ №№ за истекшія полугодія, оставшіеся въ складѣ редакціи, продаются отдѣльно по 30 коп съ пересылкою.

Комплекты №№ за истекшія полугодія, сброшюрованные въ отдѣльные тома, по 12-ти №№ въ каждомъ, продаются по 2 р. 50 к. за каждый томъ (съ пересылкою).

Книжнымъ магазинамъ 20% уступки.

За перемѣну адреса приплачивается всякій разъ 10 коп. марками.

Въ книжномъ складѣ редакціи, кромѣ собственныхъ изданій (всегда помѣченныхъ монограммой издателя) и изданій бывшей редакціи „Журнала Элементарной Математики“ (Проф. В. П. Ермакова), имѣются для продажи сочиненія многихъ русскихъ авторовъ, относящихся къ области математическихъ и физическихъ наукъ. Каталоги печатаются на оберткѣ журнала.

На собственныхъ изданіяхъ книгъ и брошюръ редакціи дѣлается 20% уступки книжнымъ магазинамъ и лицамъ, покупающимъ не менѣе 10-ти экземпляровъ.

На оберткѣ журнала печатаются

### ЧАСТНЫЯ ОБЪЯВЛЕНІЯ

о книгахъ, физическихъ, химическихъ и др. приборахъ, инструментахъ, учебныхъ пособіяхъ и пр.

на слѣдующихъ условіяхъ:

За всю страницу . . . . .	6 руб.	За $\frac{1}{3}$ страницы . . . . .	2 руб.
„ $\frac{1}{2}$ страницы . . . . .	3 руб.	„ $\frac{1}{4}$ страницы . . . . .	1 р. 50 к.

При повтореніи объявленій взимается всякій разъ половина этой платы. Семестровыя объявленія—печатаются съ уступкою по особому соглашенію.

Объявленія о новыхъ сочиненіяхъ или изданіяхъ, присылаемыхъ въ редакцію для рецензій или библиографическихъ отчетовъ, печатаются одинъ разъ безплатно.

# ВѢСТНИКЪ ОПЫТНОЙ ФИЗИКИ И ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

№ 50.

V Сем.

1 Сентября 1888 г.

№ 2.

## ЕЩЕ О ГИРОСКОПѢ.

Въ статьѣ своей „Элементарная теорія гироскоповъ“ \*) профессоръ Жуковскій даетъ объясненіе свойствъ гироскопа „съ помощью одной теоремы, которая можетъ быть выведена элементарно, опираясь на свѣдѣнія, даваемые въ курсахъ реальныхъ училищъ.“

Упомянутая теорема опредѣляетъ давленіе, производимое относительнымъ движеніемъ тѣла по вращающейся плоскости; доказательство профессора Жуковского опирается на уравненія живыхъ силъ относительнаго движенія. Теорема дѣйствительно выводится изъ этихъ уравненій безъ помощи высшаго анализа; но я все таки сомнѣваюсь въ доступности ея вывода большинству учениковъ реальныхъ училищъ; притомъ же и самое уравненіе, сколько мнѣ извѣстно, далеко не всегда входитъ въ курсъ училищъ.

Тою же теоремою приходилось и мнѣ заниматься при составленіи „Введенія въ механику“, хотя и по другому поводу. Такъ какъ мой выводъ значительно отличается отъ вывода профессора Жуковского, то, полагаю, появленіе его на страницахъ этого же журнала не составитъ простого повторенія уже разъ напечатаннаго.

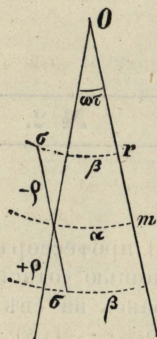
Давленіе, производимое движеніемъ тѣла на плоскости, вращающейся около оси, лежащей въ самой плоскости, происходитъ вслѣдствіе измѣненія разстояній тѣла отъ оси вращенія. Представимъ себѣ тѣло, движущееся по пластинкѣ, при чемъ сама пластинка равномерно вращается около своего прямого края, какъ около оси. Приближаясь къ этой оси, или удаляясь отъ нея, тѣло переходитъ отъ точекъ пластинки, имѣющихъ одну линейную скорость вращенія, къ точкамъ, имѣющимъ другую—большую или меньшую скорость, смотря потому дальше онѣ отъ оси, или ближе къ ней. Вслѣдствіе этого тѣло, стремясь по инерціи удержать свою начальную линейную скорость вращенія около оси, должно отставать отъ пластинки, когда оно удаляется отъ оси, и перегонять пластинку, когда оно приближается къ оси. Если же тѣло не можетъ сойти съ пластинки, то должно произойти давленіе пластинки на тѣло и обратно, тѣла на пластинку; а именно: при удаленіи тѣла отъ оси давленіе его на пластинку направлено въ сторону противоположную вращенію ея; при приближеніи тѣла къ оси, давленіе его направлено въ сторону вращенія. Вотъ это-то давленіе и представляетъ искомую величину нашей

\*) См. „Вѣстникъ“ IV сем., стр. 145.

задачу; нужно определить его зависимость от скорости вращения площадки и от скорости движения тела по ней.

Рассмотрим сначала простейший случай, когда масса  $m$  движется с линейной скоростью  $v$ , перпендикулярно к оси вращения, по прямой  $r$ , вращающейся вместе с пластинкой с угловой скоростью  $\omega$ . Для наглядности положим, что вращение радиуса происходит в плоскости чертежа около точки  $O$ , в которой ось пересекает эту плоскость (фиг. 2).

Фиг. 2.



В промежуток времени  $\tau$  расстояние  $m$  от оси  $O$  увеличится или уменьшится на величину

$$\rho = v\tau,$$

и в то же время радиус  $r$  повернется на угол  $\omega\tau$ . Поэтому точка начального положения тела  $a$  переместится в течение этого времени на расстояние

$$\alpha = r\omega\tau,$$

точка же конечного его положения  $b$  — на расстояние

$$\beta = (r \pm v\tau)\omega\tau;$$

следовательно разность между обоими перемещениями равна

$$\sigma = \alpha - \beta = \mp v\tau \cdot \omega\tau = \mp v\omega\tau^2.$$

Из вывода видно, что эта разность возрастает пропорционально квадрату промежутка  $\tau$ ; это и понятно, так как расстояние тела от оси, а следовательно, и описываемые им дуги, изменяются на величины, пропорциональные промежутку  $\tau$ ; да кроме того и угол поворота сам изменяется пропорционально тому же промежутку  $\tau$  (фиг. 2). Значит возрастание разности  $\sigma$  происходит равномерно ускоренно, с некоторым ускорением  $a$ , т. е.

$$\sigma = \frac{1}{2} a\tau^2.$$

Из сравнения обеих выражений  $\sigma$  найдем величину ускорения:

$$a = \mp 2v \cdot \omega.$$

Давление или сила измеряется, как известно, числом единиц количества движения, уничтожаемого или производимого ею в единицу времени, т. е. произведением массы на ускорение. Поэтому масса  $m$ , двигаясь по вращающемуся радиусу к центру или от центра, должна производить на этот радиус давление

$$N = m \cdot a = \mp 2mv\omega$$

где знак — соответствует удалению массы от центра, и потому выражает давление против движения радиуса; знак + соответствует приближению массы к центру и выражает давление по направлению движения радиуса.

Представимъ теперь, что масса  $m$  приближается или удаляется отъ оси  $zz$  не перпендикулярно къ оси, а подъ нѣкоторымъ угломъ  $\varphi$  (Фиг. 3).

Фиг. 3. Въ такомъ случаѣ величина измѣненія разстоянія ея отъ оси при той же скорости движенія  $v$  и въ тотъ же промежутокъ  $\tau$  равна

$$\rho = v\tau \cdot \sin\varphi$$

и потому разность дугъ, проходимыхъ начальной и конечной точками пути массы въ то же время, равна

$$\sigma = \mp v\tau \cdot \sin\varphi \cdot \omega\tau = \mp v \cdot \omega\tau^2 \cdot \sin\varphi.$$

Слѣдовательно, давленіе, производимое массою  $m$  на дискъ, въ ту или другую сторону, на основаніи предыдущаго, равно

$$N = \mp 2m \cdot v \cdot \omega \cdot \sin\varphi,$$

что и требовалось вывести. Приблизительно такой же выводъ помѣщенъ во второй части моего „Введенія въ Механику“, въ главѣ объ относительномъ движеніи, и тамъ же примѣненъ къ объясненію явленій, производимыхъ движеніемъ тѣлъ по вращающейся поверхности земли. Но примѣненія его къ объясненію свойствъ гироскопа у меня въ книгѣ нѣтъ, такъ какъ ея содержаніе ограничивается механикою точки; поэтому мнѣ очень пріятно было встрѣтить въ статьѣ профессора Жуковского элементарное объясненіе этихъ свойствъ, съ опредѣленіемъ зависимости величины возбуждаемыхъ давленій отъ скоростей вращенія. Элементарное объясненіе гироскопа, но безъ такихъ количественныхъ выводовъ, дано лѣтъ тридцать назадъ Поггендорфомъ въ его *Annalen der Physik u. Chemie*, и оттуда заимствовано Joh. Müller'омъ для своего *Lehrbuch der Physik*.

Проф. П. Фанъ-деръ-Флитъ (Спб.)

## АБСОЛЮТНАЯ СКАЛА ТЕМПЕРАТУРЪ,

ВЪ СВЯЗИ СЪ ДВУМА ОСНОВНЫМИ ЗАКОНАМИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТЕПЛА.

(Продолженіе)\*).

Выше было уже упомянуто, что предположеніе о теплѣ какъ объ одномъ изъ видовъ энергіи, подтверждается явленіемъ превращенія тепла въ работу. Остановимся теперь съ большею подробностію на этомъ превращеніи. Помня, что работа обусловливается перемѣщеніемъ точекъ приложенія силъ, мы представимъ себѣ обусловливаемую тепломъ работу, когда разыщемъ такое явленіе, въ которомъ, вслѣдствіе нагрѣванія, происходитъ видимое перемѣщеніе тѣлъ или ихъ частей, способныхъ

\*) См. „Вѣстникъ Оп. Физики и Элем. Математики“ № 49.

сдѣлаться точками приложенія данныхъ силъ. Такое явленіе мы имѣемъ при видимомъ измѣненіи объема тѣла отъ нагрѣванія. Вообразимъ себѣ поэтому нѣкоторое тѣло, расширяющееся отъ нагрѣванія; вообразимъ себѣ, что къ точкамъ поверхности этого тѣла приложены силы, направленные противоположно расширенію тѣла; тогда результатомъ нагрѣванія тѣла будетъ работа (отрицательная) упомянутыхъ силъ подобно тому, какъ та же работа могла-бы быть результатомъ работы (положительной) нѣкоторыхъ двигателей. Такимъ образомъ мы будемъ имѣть въ общихъ чертахъ явленіе превращенія тепла въ работу сопротивленій.

Способъ непосредственнаго превращенія тепла въ работу, основанный на измѣненіи объема тѣлъ отъ нагрѣванія, есть, можно сказать, единственный, примѣняемый на практикѣ. Измѣненіе объема нагрѣваемого тѣла происходитъ при этомъ или безъ измѣненія состоянія, или сопровождается переходомъ тѣла изъ одного состоянія въ другое, чаще — изъ жидкаго въ газообразное. Нагрѣваемое тѣло играетъ роль машины, приводимое тепло — работы двигателя, приложенныя силы — сопротивленій.

На практикѣ всегда требуется, чтобы превращеніе какого либо вида энергіи въ работу совершалось непрерывно въ теченіе любого значительнаго промежутка времени и притомъ — повторительно, т. е. чтобы полученная работа производилась нѣсколько разъ подъ рядъ на данномъ промежуткѣ пути точекъ приложенія сопротивленій. Достаточно вообразить себѣ процессъ переноски воды ведрами на высоту, процессъ перевозки груза по частямъ съ одного мѣста на другое, чтобы уяснить себѣ вышеприведенное требованіе. Мы легко можемъ себѣ представить въ какомъ нибудь частномъ случаѣ, какъ должна-бы была производиться работа за счетъ тепла, если-бы воспользовались для этого расширеніемъ отъ тепла твердаго тѣла. Вообразимъ себѣ нѣкоторый толстый стержень, поставленный на неподвижное основаніе вертикально такъ, чтобы верхній конецъ стержня былъ на одной высотѣ съ грузомъ, который нужно поднять на высоту расширенія стержня. Часть груза поставимъ на площадку верхняго конца стержня и нагрѣемъ этотъ послѣдній до тѣхъ поръ, пока онъ, удлинившись, не приподыметъ груза на желаемую высоту (конечно вообще незначительную, но которую можно увеличить съ помощью рычаговъ, колесъ и т. п.). Затѣмъ оставимъ грузъ на достигнутой имъ высотѣ; охладимъ стержень, который теперь укоротится до прежней длины; поставимъ на него новый грузъ; снова нагрѣемъ стержень, и т. д. Такимъ образомъ будемъ имѣть непрерывно продолжающееся повторительное превращеніе тепла въ работу съ одною и тою-же машиною — расширяющимся и сжимающимся стержнемъ. Нагрѣвая стержень, чтобы онъ расширялся съ грузомъ, мы приведемъ ему нѣкоторое количество тепла; охлаждая его безъ груза, мы отъ него возьмемъ назадъ нѣкоторое количество тепла. Первое количество будетъ больше, нежели второе, такъ что въ результатѣ получится нѣкоторая трата тепла, которая и должна быть эквивалентна работѣ сопротивленія т. е. вса груза.

Для того чтобы нагрѣть стержень, мы должны имѣть нѣкоторый источникъ тепла, положимъ, въ видѣ нѣ котораго тѣла при высокой температурѣ; чтобы охладить потомъ стержень, мы должны имѣть другое тѣло — холодильникъ, при болѣе низкой температурѣ. Отъ нагрѣвателя мы беремъ нѣкоторое количество тепла; но только часть этого количества

имѣемъ возможность превратить въ работу; другую-же часть мы отдаемъ непревращенною холодильнику. Следовательно, мы должны имѣть возможность брать отъ нагрѣвателя вообще всегда больше тепла, чѣмъ его нужно непосредственно на работу; излишекъ перенесется машиною непроизводительно изъ нагрѣвателя въ холодильникъ. Другими словами: если мы имѣемъ возможность получить отъ данного источника нѣкоторое количество тепла, то только часть этого тепла можетъ быть превращена въ работу; другая часть должна во время процесса превращенія перейти въ холодильникъ. Если мы рассмотримъ отдѣльную часть описаннаго выше процесса, состоящую въ нагрѣваніи нагруженнаго стержня, то и здѣсь увидимъ, что не все тепло, получаемое отъ нагрѣвателя, идетъ на работу, ибо часть его должна тратиться на повышеніе температуры стержня. Такимъ образомъ возникаетъ вопросъ о томъ, какая часть занятаго отъ нагрѣвателя тепла переходитъ въ работу, и отъ чего зависить большая или меньшая величина этой части?

Прежде всего замѣтимъ, что есть возможность превращать тепло въ работу, не тратя части его на повышеніе температуры расширяющагося тѣла. Мы знаемъ, что сжатое предварительно упругое тѣло будетъ охлаждаться при расширеніи; съ особенною отчетливостію мы можемъ наблюдать такое явленіе въ газахъ. Если мы упомянутое тѣло при его расширеніи будемъ подогревать, то можемъ, очевидно, такъ регулировать количество приводимаго тепла, что обусловливаемое имъ нагрѣваніе будетъ компенсировать охлажденіе отъ расширенія; такимъ образомъ будемъ имѣть расширеніе безъ повышенія температуры. При этомъ все приводимое расширяющемуся тѣлу тепло пойдетъ на работу внѣшнихъ и внутреннихъ силъ, приложенныхъ къ точкамъ тѣла и сопротивляющихся его расширенію. Конечно, въ разсматриваемомъ случаѣ опять не все приведенное тепло пойдетъ на внѣшнюю работу, ибо, какъ упомянуто выше, часть его затратится на работу противъ внутреннихъ сопротивленій; но мы все таки будемъ въ выигрышѣ, не имѣя надобности еще тратить тепла на повышеніе температуры. Подобное-же явленіе, еще въ болѣе рѣзкомъ видѣ, мы наблюдаемъ, когда жидкость, находящаяся подъ неизмѣннымъ давленіемъ, превращается въ паръ: температура жидкости и образующагося изъ нея пара не повышается; объемъ-же имѣющей на лицо смѣси изъ жидкости и пара увеличивается.

Какъ можно приводить тѣлу тепло, не измѣняя его температуры, такъ точно можно, очевидно, и уводить отъ него тепло, не понижая его температуры. При этомъ замѣтимъ, что если мы, приведя тѣлу нѣкоторое количество тепла при постоянной температурѣ, станемъ отъ него уводить тепло при той-же температурѣ, то очевидно увѣдемъ то-же самое количество тепла, которое прежде привели, когда тѣло прійдетъ въ свое первоначальное состояніе; такимъ образомъ не получимъ никакого превращенія тепла въ работу. Для того чтобы имѣть возможность при обратномъ сжатіи тѣла увести отъ него меньше тепла, чѣмъ прежде было ему приведено при его расширеніи, нужно отнимать тепло при болѣе низкой температурѣ сравнительно съ той, при которой тепло было приведено. Это заключеніе объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что холодное тѣло вообще легче сжать, нежели нагрѣтое, ибо самое повышеніе температуры уже вообще обусловливаетъ увеличеніе объема, которое

должно быть компенсировано сжатіемъ. Но для того чтобы имѣть возможность сжимать тѣло, поддерживая при этомъ съ помощію увода лишняго тепла его низкую температуру, нужно предварительно произвести охлажденіе тѣла, не уводя однако пока еще отъ него тепла, до той температуры, при которой уводъ тепла долженъ начаться. Такого результата легко достигнуть, воспользовавшись свойствомъ сжатыхъ тѣлъ охлаждаться при расширеніи. Точно такъ-же можно воспользоваться свойствомъ тѣлъ нагрѣваться отъ сжиманія для того, чтобы наше тѣло-машину привести къ прежней высокой температурѣ и прежнему объему послѣ того, какъ отъ него будетъ уведено нѣкоторое количество тепла при низкой температурѣ.

Такимъ образомъ вышеприведенныя соображенія приводятъ насъ къ нижеслѣдующему процессу превращенія тепла въ работу съ помощію расширенія и сжатія рабочаго тѣла. Вообразимъ себѣ нѣкоторый нагрѣватель, отъ котораго мы можемъ заимствовать постоянно въ немъ возобновляющееся тепло, не понижая его температуры, и нѣкоторое рабочее тѣло при температурѣ нагрѣвателя, сжатое приложенными къ его поверхности сопротивленіями. 1) Приведемъ рабочее тѣло въ термическое общеніе съ нагрѣвателемъ; тогда при малѣйшемъ уменьшеніи силы сопротивленій наступитъ расширеніе рабочаго тѣла, которое мы можемъ регулировать такимъ образомъ, чтобы оно не сопровождалось нагрѣваніемъ, такъ что, лишь только тѣло чуть охладится отъ расширенія, переходящее въ него вслѣдствіе этого изъ нагрѣвателя тепло успѣвало-бы его нагрѣть до прежней температуры. Занятое у нагрѣвателя тепло пойдетъ при этомъ на работу противъ внутреннихъ и вѣшнихъ сопротивленій, при чемъ величина послѣднихъ вообще не останется во все время расширенія одною и тою-же, но должна быть такъ соотвѣтственно регулируема (уменьшаема), чтобы рабочее тѣло ни нагрѣвалось, ни охлаждалось. 2) Давъ рабочему тѣлу расширяться, на сколько позволяютъ вѣшнія условія, прервемъ его термическое общеніе съ нагрѣвателемъ, и, убавляя величину сопротивленій, заставимъ его расширяться далѣе, безъ привода или увода вѣшняго тепла. Тогда рабочее тѣло будетъ охлаждаться, и соотвѣтственная работа будетъ произведена на счетъ тепла самаго рабочаго тѣла. 3) Какъ только рабочее тѣло охладится до температуры имѣющагося на лицо холодильника, мы приведемъ его въ термическое общеніе съ этимъ послѣднимъ и начнемъ увеличивать вѣшнія сопротивленія; вслѣдствіе этого произойдетъ сжатіе рабочаго тѣла, и сопротивленія станутъ при томъ двигателями; каждое малѣйшее стремленіе къ повышенію температуры рабочаго тѣла отъ сжиманія будетъ регулироваться тѣмъ обстоятельствомъ, что избытокъ образовавшагося на счетъ вѣшней работы двигателей тепла будетъ уходить съ тѣла въ холодильникъ. Такъ какъ холодное тѣло легче сжимать, нежели теплое, то вообще при каждой ступени сжатія, соотвѣтствующей прежде бывшему расширенію того-же тѣла въ нагрѣтомъ состояніи, въ холодильникъ будетъ уходить меньше тепла, чѣмъ прежде его приходило къ тѣлу изъ нагрѣвателя. Сжимать тѣло будемъ до тѣхъ поръ, пока не получится возможность, прекративъ сообщеніе съ холодильникомъ, при дальнѣйшемъ сжатіи тѣла, довести его температуру и объемъ до тѣхъ ихъ величинъ, съ которыхъ началось первое расширеніе. 4) Слѣдовательно, послѣднею

частью нашего процесса будетъ сжатіе рабочаго тѣла, безъ привода и увода тепла до тѣхъ поръ, пока оно не будетъ приведено въ начальное состояніе, при чемъ нагрѣваніе будетъ происходить на счетъ работы внѣшнихъ двигателей, превращающейся въ тепло. Такимъ образомъ мы будемъ имѣть рядъ послѣдовательныхъ измѣненій рабочаго тѣла, въ концѣ которыхъ это послѣднее возвращается въ свое начальное состояніе, т. е. въ результатъ остается неизмѣненнымъ. Такой рядъ измѣненій вообще называется *круговымъ процессомъ*. Описанный же процессъ особаго рода, въ которомъ тепло приводится рабочему тѣлу и отъ него уводится только при двухъ опредѣленныхъ температурахъ, называется *процессомъ Карно*.

Въ результатъ процесса Карно получается нѣкоторая положительная работа  $L_1$ , совершаемая при расширеніи рабочаго тѣла, и нѣкоторая вредная работа  $L_2$ , потраченная на сжатіе рабочаго тѣла. Слѣдовательно весь выигрышъ полезной работы представится разностію  $L_1 - L_2$ . Кромѣ того при разсматриваемомъ процессѣ нѣкоторое количество тепла  $Q_1$  берется отъ нагрѣвателя и нѣкоторое количество тепла  $Q_2$  отдается холодильнику. Въ результатъ является количество  $Q_1 - Q_2$  затраченнаго тепла, которое должно выразиться въ выигранной работѣ  $L_1 - L_2$ , такъ какъ въ концѣ процесса само тѣло оказывается въ неизмѣненномъ первоначальномъ состояніи. Если мы обозначимъ черезъ  $J$  механическій эквивалентъ тепла, то, по первому закону механической теоріи тепла, будемъ имѣть:

$$J(Q_1 - Q_2) = L_1 - L_2. \quad (5)$$

Легко видимъ, что тотъ-же самый круговой процессъ, съ помощью котораго тепло превращается въ работу, мы можемъ вести обратно, превращая работу въ тепло. Для этого мы должны будемъ сжимать рабочее тѣло при высшей температурѣ и давать ему расширяться при низшей температурѣ; тогда мы будемъ заимствовать у холодильника то же самое количество тепла, которое ему прежде отдавали и отдавать прежнему нагрѣвателю такое количество тепла, какое при прямомъ процессѣ отъ него занимали. Точно такъ-же при обратномъ процессѣ прежняя полезная работа прямого процесса сдѣлается вредною, и вредная — полезною. Такимъ образомъ при обратномъ круговомъ процессѣ мы выиграемъ вновь количество тепла  $Q_1 - Q_2$ , которое и отдадимъ нагрѣвателю, при чемъ это тепло будетъ образовано на счетъ проигранной внѣшней работы  $L_1 - L_2$ .

Кромѣ количества  $Q_1 - Q_2$  тепла, эквивалентнаго проигранной работѣ, нагрѣватель получитъ въ разсматриваемомъ случаѣ такъ-же и то тепло  $Q_2$ , которое рабочее тѣло заняло отъ бывшаго холодильника. Поэтому обратный круговой процессъ мы можемъ разсматривать, какъ процессъ нагрѣванія теплаго тѣла (нагрѣвателя) холоднымъ (холодильникомъ), или точнѣе, какъ на переводъ тепла отъ холоднаго тѣла къ теплову. При этомъ мы видимъ, что такой переходъ тепла можетъ быть произведенъ не иначе, какъ съ помощью затраченной на то работы, подобно тому какъ затрачивается внѣшняя работа на переносъ тяжести съ одного уровня на высшій. Положеніе, что невозможно, не затративъ работы, перевести тепло изъ холоднаго тѣла въ тепловое, носить названіе принципа *Клаузиуса*.

Обратимся теперь къ вопросу, въ какой зависимости отъ температуры нагревателя и холодильника находится отношеніе количества тепла, превращаемаго процессомъ Карно въ работу, къ количеству всего тепла, занятаго у нагревателя. Представимъ себѣ два какихъ либо различныхъ рабочія тѣла, съ помощью которыхъ ведется процессъ Карно между данными нагревателемъ и холодильникомъ, опредѣленныхъ температуръ. Положимъ, что, работая съ помощью одного изъ разсматриваемыхъ тѣлъ, мы выигрываемъ нѣкоторую работу  $L$  при каждомъ кругѣ процесса, при чемъ беремъ отъ нагревателя количество тепла  $Q_1$  и отдаемъ холодильнику количество тепла  $Q_2$ , такъ что по ур. (5) имѣемъ соотношеніе

$$L = J(Q_1 - Q_2); \quad (6)$$

пусть точно такъ-же, въ случаѣ пользованія вторымъ тѣломъ мы имѣемъ соотвѣтственно:

$$L' = J(Q_1' - Q_2'). \quad (6')$$

Положимъ далѣе, что при этомъ окажется

$$L : L' = m : m'. \quad (7)$$

Очевидно, чтобы съ помощью перваго и втораго тѣла выиграть одну и ту же работу, нужно первый процессъ повторить  $m'$  разъ, а второй— $m$  разъ, ибо тогда будемъ имѣть, на основаніи ур. (7):

$$m'L = mL, \text{ и слѣдовательно: } m'(Q_1 - Q_2) = m(Q_1' - Q_2'). \quad (8)$$

Если мы теперь одинъ изъ процессовъ, положимъ второй, поведемъ  $m$ -же разъ, но въ обратную сторону, то количество выигранной работы будетъ при этомъ— $mL'$ ; т. е.  $mL'$  будетъ представлять проигранную или затраченную работу, потребную для перенесенія тепла изъ холодильника въ нагреватель. Если мы такимъ образомъ повторимъ оба процесса соотвѣтственно  $m'$  и  $m$  разъ, но первый—въ прямомъ смыслѣ, а второй—въ обратномъ, то работа, выигранная первымъ будетъ равна работѣ проигранной вторымъ, и слѣдовательно въ результатѣ обоихъ процессовъ мы не получимъ никакого превращенія тепла въ работу или работы въ тепло. Сосчитаемъ теперь, сколько взято тепла отъ нагревателя обоими процессами: вслѣдствіе  $m'$ -кратнаго повторенія перваго процесса взято количество  $m'Q_1$  тепла; а вслѣдствіе обратнаго  $m$ -кратнаго повторенія втораго процесса отдано нагревателю количество  $mQ_1'$  тепла; слѣдовательно всего взято отъ нагревателя тепла  $m'Q_1 - mQ_1'$  единицъ. Если-бы упомянутое количество  $m'Q_1 - mQ_1'$  было отрицательное, то это означало-бы, что нагревателю въ результатѣ обоихъ процессовъ приведено нѣкоторое тепло, которое могло-бы только быть занято у холодильника, такъ какъ оба рабочія тѣла въ концѣ процессовъ приходятъ въ свои первоначальныя состоянія, въ какихъ они были до начала процессовъ. Но такъ какъ нельзя безъ затраты работы перевести тепло отъ холоднаго тѣла къ теплomu, то мы заключаемъ, что упомянутое выше количество тепла можетъ оказаться или нулемъ, или положительнымъ, т. е. что должно быть:

$$m'Q_1 - mQ_1' \geq 0. \quad (9)$$

Повторимъ теперь первый процессъ въ обратную сторону  $m'$ -же разъ, а второй процессъ повторимъ прямо  $m$  разъ. Тогда при первомъ процессѣ мы затратимъ столько работы, сколько при второмъ выиграемъ, и въ результатъ опять не получимъ никакого превращенія тепла въ работу или работы въ тепло. Но отъ нагрѣвателя мы въ такомъ случаѣ возьмемъ количество  $mQ_1' - m'Q_1$  тепла, которое на основаніи предыдущихъ разсужденій опять не можетъ быть отрицательнымъ, т. е. должно быть:

$$mQ_1' - m'Q_1 \geq 0. \quad (10)$$

Условія (9) и (10) тогда не будутъ противорѣчить другъ другу, когда количества  $Q_1$  и  $Q_1'$  имѣютъ такое свойство, что

$$m'Q_1 = mQ_1'. \quad (11)$$

Точно такимъ-же образомъ, замѣчая, что при первомъ и второмъ способахъ повторительнаго веденія обоихъ процессовъ въ концѣ концовъ, опять на основаніи принципа Клаузіуса, мы не можемъ занять какого либо количества тепла у холодильника, а можемъ только отдать ему тепло или вовсе его не отдать, мы приходимъ къ заключенію, что соотвѣтственно для перваго и втораго случая веденія процессовъ должны удовлетворяться условія:

$$m'Q_2 - mQ_2' \leq 0; \quad mQ_2' - m'Q_2 \leq 0,$$

что возможно только когда  $m'Q_2 = mQ_2'$ . (12)

Для другъ на друга равенства (8) и (11), мы получаемъ:

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{Q_1' - Q_2'}{Q_1'} \quad (13)$$

Лѣвая часть предыдущаго равенства выражаетъ, какая часть изъ количества  $Q_1$ , занятаго отъ нагрѣвателя, превращается въ работу съ помощію одного рабочаго тѣла; правая часть того-же равенства выражаетъ, какая часть тепла, занятаго отъ того-же нагрѣвателя, превращается въ работу съ помощію другаго рабочаго тѣла. Самое равенство (13) выражаетъ ту теорему, что *всякая машина, работающая между даннымъ нагрѣвателемъ и даннымъ холодильникомъ по процессу Карно, превращаетъ въ работу одну и ту-же часть занятаго отъ нагрѣвателя тепла*. Другими словами: процентъ тепла, превращаемаго въ работу процессомъ Карно, зависитъ не отъ машины, а отъ нагрѣвателя и холодильника, между которыми машина работаетъ, т. е. отъ температуръ того и другаго, ибо только въ температурахъ и состоитъ разница между тѣми или другими холодильниками и нагрѣвателями.

Изъ равенствъ (8), (10) и (11) также слѣдуетъ, что

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \frac{Q_1' - Q_2'}{Q_2'} \quad \text{и} \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_1'}{Q_2'}, \quad (14)$$

откуда заключаемъ, что отношеніе (14) также не зависитъ отъ машины, работающей по процессу Карно между данными температурами.

(Окончаніе слѣдуетъ).

Проф. Н. Шиллеръ (Кіевъ).

## ШЕСТИУГОЛЬНИКЪ ПАСКАЛЯ.

*Теорема.* Точки пересѣченія трехъ паръ противоположныхъ сторонъ вписаннаго въ кругъ шестиугольника лежатъ на одной прямой.

*Доказательство.* Пусть данный шестиугольникъ ABCDEF. Продолживъ, согласно теоремѣ, стороны, получимъ въ ихъ пересѣченіяхъ точки K, G и L. Соединимъ K съ G и L, проведемъ  $KR \parallel AL$  и  $KQ \parallel GE$ . Соединяя, наконецъ, R съ B, Q съ D и B съ E, найдемъ, что  $\triangle$ -ки GRB и LQD подобны, ибо:

$$\angle AKE = \angle CGE + \angle ALC \dots \dots \dots (1)$$

Фиг. 4.

Кромѣ того

$$\angle KRE = \angle QFE = \angle KBE \dots (2)$$

По равенству (2) видимъ, что окружность, пройдя черезъ точки K, R и B, пройдетъ и черезъ E и что

$$\angle BRE = \angle AKE \dots (3)$$

Соединяя (1) и (3) получимъ:

$$\begin{aligned} \angle BRE &= \angle BGE + \angle RBG = \\ &= \angle CGE + \angle ALC \end{aligned}$$

или

$$\angle RBG = \angle ALC \dots (a)$$

Мы имѣемъ:

$$\angle KQA = \angle GFA = \angle KDA \dots (4)$$

Отсюда, какъ и прежде заключаемъ, что точки K, Q, D и A лежатъ на одной окружности, а потому

$$\angle AKD = \angle AQD \dots \dots \dots (5)$$

кромѣ того

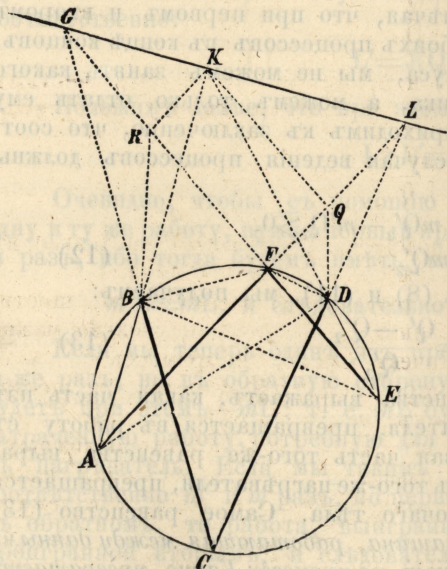
$$\angle AQD = \angle ALD + \angle QDL \dots \dots \dots (6)$$

Сдѣлавъ сравненія, подобныя предыдущему для вывода (a), найдемъ:

$$\angle QDL = \angle BGE \dots \dots \dots (b)$$

Изъ равенствъ (a) и (b) слѣдуетъ, что треугольники GRB и QDL подобны, а потому:

$$\frac{GR}{BR} = \frac{QD}{QL} \dots \dots \dots (I)$$



Соединивъ F съ B и D, имѣемъ:

$$\angle GBF = \angle CDF \dots\dots\dots (7)$$

кромя того:

$$\angle GBF = \angle RBF + \angle RBG \dots\dots\dots (8)$$

$$\angle CDF = \angle QFD + \angle ALC \dots\dots\dots (9)$$

Сравнивая (8) и (9), на основаніи равенствъ (7) и (а), имѣемъ:

$$\angle RBF = \angle QFD \dots\dots\dots (с)$$

Изъ равенства угловъ BRF и FQD, заключаемъ, что треугольники BRF и QFD подобны, слѣдовательно

$$\frac{RB}{BF} = \frac{FQ}{FD} \dots\dots\dots (II)$$

Перемножая пропорціи (I) и (II) и прибавляя къ обѣимъ частямъ по единицѣ, послѣ замѣны RF равнымъ ему отрѣзкомъ KQ, получимъ:

$$\frac{GF}{KQ} = \frac{LF}{LQ}.$$

т. е. что треугольники GFL и KQL подобны, а это возможно только въ томъ случаѣ, когда точки G, K и L лежатъ на одной прямой.

Произвольное соединеніе взятыхъ точекъ показываетъ, что шестиугольникъ имѣетъ 60 Паскалевыхъ линий, т. е. столько, сколько можно составить 6-угольниковъ изъ шести точекъ или 15-ти прямыхъ.

Если двѣ смежныя вершины неопредѣленно сближаются, то шестиугольникъ обращается въ пятиугольникъ, и мы имѣемъ:

Слѣдствіе I-е. Точки пересѣченія двухъ паръ противоположныхъ сторонъ вписаннаго въ кругъ пятиугольника, точка пересѣченія пятой стороны и касательной въ противоположной вершинѣ—всѣ три лежатъ на одной прямой.

Точно также разсуждая, выведемъ:

Слѣдствіе II. Во вписанномъ четырехугольникѣ точка пересѣченія пары противоположныхъ сторонъ, и двѣ точки пересѣченій остальныхъ двухъ сторонъ съ касательными въ противоположныхъ вершинахъ—лежатъ на одной прямой.

Слѣдствіе III. Точки пересѣченія сторонъ вписаннаго треугольника съ касательными въ противоположныхъ вершинахъ лежатъ на одной прямой.

Слѣдствіе первое даетъ возможность при помощи одной линейки провести касательную къ кругу въ данной точкѣ. О числѣ Паскалевыхъ линий замѣтимъ, что въ 5-угольникѣ ихъ 60, въ четырехугольникѣ 48 и въ треугольникѣ 1.

Изъ треугольника, послѣдовательно раздвигая вершины, получимъ 3 четырехугольника, изъ каждаго послѣдняго тѣмъ же способомъ 4 пятиугольника, наконецъ изъ каждаго послѣдняго 5 шестиугольника, коихъ всѣхъ слѣд. 60, столько же и Паскалевыхъ линий.

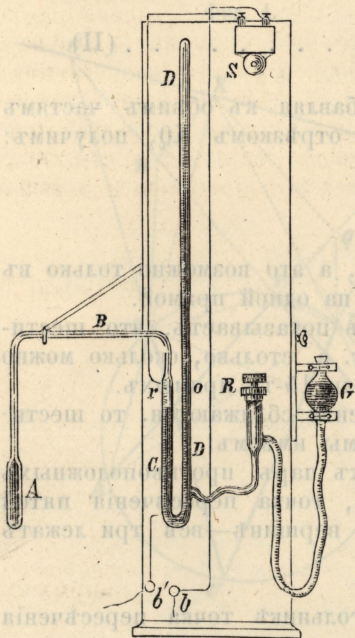
К. Котельниковъ (Кіевъ).

## НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

### Газовый термометръ Кальете. (Comptes Rendus, t. CVI, p. 1055).

Наблюдения температуръ посредствомъ газовыхъ термометровъ обыкновенно сопровождаются продолжительными манипуляціями и вычислениями, въ которыя входятъ измѣренія атмосфернаго давленія въ началѣ и концѣ опыта; это обстоятельство обусловливается тѣмъ, что манометрическая трубка, содержащая ртуть, давленіемъ которой измѣряется упругость газа, служащаго термометрическимъ тѣломъ, сообщается съ воздухомъ, почему колебанія атмосфернаго давленія во время опыта необхо-

Фиг. 5.



димо принять въ расчетъ. Во избѣжаніе такихъ неудобствъ Кальете устраиваетъ надъ ртутью манометрической трубки пустоту; его термометръ имѣетъ слѣдующій видъ: стеклянный резервуаръ А емкостью въ 25 куб. см. соединенъ посредствомъ капиллярной трубки В съ трубкой болѣе значительнаго діаметра С; въ этихъ частяхъ прибора содержится газъ, служащій термометрическимъ тѣломъ. Манометрическая трубка DD соединена посредствомъ каучуковой трубки со склянкой G, которую можно свободно передвигать вверхъ и внизъ. Желая измѣрить температуру какой нибудь среды, помещаютъ въ послѣднюю резервуаръ А, и передвигаютъ сосудъ G, содержащій ртуть, до тѣхъ поръ, пока уровень ртути не коснется платиновой проволоки r, впаянной въ трубку С и находящейся на одной горизонтальной линіи съ O дѣленій манометрической трубки; въ моментъ соприкосновенія замыкается электрическій токъ bSb', о чемъ даетъ знать звонокъ S; затѣмъ посредствомъ крана R, прекращаютъ притокъ ртути изъ склянки G. Такимъ путемъ газъ въ резервуаръ А приводится къ одному

и тому же объему при всѣхъ температурахъ, давленіе же его дается высотой столба ртути въ манометрической трубкѣ. Составивъ предварительно таблицу, какемъ давленіемъ будетъ обладать газообразная масса при данныхъ температурахъ, — мы безъ труда можемъ пользоваться описаннымъ термометромъ; Кальете наполнял резервуаръ А водородомъ и нашелъ, что показанія его термометра въ предѣлахъ отъ  $+50^{\circ}$  до  $-30^{\circ}$  вполне совпадаютъ съ показаніями ртутнаго термометра.

Ив. Г-скій (Кіевъ).

**Тепловое расширеніе металловъ при низкихъ температурахъ.** Эндриусъ. (*Th. Andrews. Proc. Roy. Soc.* 43. p. 299. 1887.)

Вообще принимается, что коэффициентъ расширенія съ повышеніемъ температуры увеличивается, но до сихъ поръ еще не было сдѣлано

опытовъ, которые показывали бы уменьшеніе этого коэффициента съ пониженіемъ температуры.

Авторъ задался цѣлью сдѣлать въ этомъ направленіи непосредственный опытъ надъ различными сортами желѣза и стали. Для этого онъ взялъ 9 различныхъ вальцованныхъ стержней, 3 дюйма въ діаметрѣ и 13 дюйм. длины и большіе куски кузнечнаго желѣза; составъ всѣхъ сортовъ былъ точно изслѣдованъ. Наблюденія дѣлались въ предѣлахъ  $+300^{\circ}$  и  $-45^{\circ}$ . Низкія температуры получались при помощи охлаждающей смѣси изъ хлористаго кальція и спирта, при чемъ температура измѣрялась спиртовымъ термометромъ.

Опыты были начаты съ температуры  $-45^{\circ}$ , которой изслѣдованные стержни подвергались довольно долгое время. Стержни быстро вынимались изъ охлаждающей смѣси и быстро измѣрялись по деревянной рамѣ и затѣмъ опять быстро погружались въ охлаждающую смѣсь. Было наблюденно, что температура при этомъ измѣнялась незначительно. Затѣмъ опыты были произведены послѣдовательно при  $-18^{\circ}$  въ охлаждающей смѣси изъ соли и спирта, при  $0^{\circ}$  въ толченномъ льдѣ и наконецъ при высшихъ температурахъ въ горячей водѣ и масляной ваннѣ при  $+300^{\circ}$ . Кузнечное желѣзо было въ кускахъ 7 футовъ 3 дюйма длиною и 5 дюймовъ въ діаметрѣ.

Вотъ нѣкоторые изъ полученныхъ результатовъ:

	$-45^{\circ}$ и $100^{\circ}$	$-18^{\circ}$ и $100^{\circ}$	$100^{\circ}$ и $300^{\circ}$
Кузнечное желѣзо . . .	0,0000086	0,0000114	0,0000133
Бессемерская сталь			
"    мягкая . . .	93	117	159
"    жесткая . . .	85	101	133

Такимъ образомъ эти числа подтверждаютъ высказанное выше предположеніе, что коэф. расширенія при низкихъ температурахъ меньше, чѣмъ при высокихъ.

Бхм. (Цюрихъ).

♦ Температура въ буровой скважинѣ въ Шладенбахѣ. Генрихъ.  
(*F. Henrich. Neues Jahrb. f. Min. 1. p. 180. 1888*).

Буровая скважина въ Шладенбахѣ, недалеко отъ Галле, достигла глубины 1716 метровъ и считается теперь самой глубокой на землѣ. Наблюдаемые въ ней температуры представляютъ такимъ образомъ важный матеріалъ для рѣшенія вопроса о температурѣ земной коры. Авторъ получилъ точныя свѣдѣнія о температурахъ этой скважины на различныхъ глубинахъ отъ королевскаго горнаго управленія въ Галле; числа эти слѣдующія:

глубина въ метр.	темпер. $^{\circ}$ С.	выч. разн. на кажд. 30 метр.
1266 . . . . .	45,25 . . . . .	0,88 $^{\circ}$
1296 . . . . .	46,13 . . . . .	1,03
1416 . . . . .	50,25 . . . . .	0,88
1506 . . . . .	52,88 . . . . .	0,25
1536 . . . . .	53,13 . . . . .	0,69
1596 . . . . .	54,50 . . . . .	0,50

1626 . . . . .	55,00 . . . . .	0,50
1656 . . . . .	55,50 . . . . .	1,00
1686 . . . . .	56,50 . . . . .	0,13
1716 . . . . .	56,63 . . . . .	

Такъ какъ этотъ матеріалъ показываетъ между глубинами 1296 и 1416 м. значительный прыжокъ, то авторъ оставляетъ при своихъ вычисленіяхъ два первыхъ наблюденія безъ вниманія и опредѣляетъ, увеличивается ли температура земной коры на протяженіи 300 метр. между 1416 и 1716 метр. правильно или нѣтъ. Оказалось, что противно утвержденію, сдѣланному съ различныхъ сторонъ, увеличеніе температуры происходитъ постоянно, такъ что допущеніе, что земная теплота съ увеличивающейся глубиной будетъ меньше, не подтверждается.

Бхм.

♦ **Плавленіе проволокъ. Прессъ.** (*Preece Centrbl. für Elektr.* 10. p. 419. 1888).

Авторъ изслѣдовалъ токъ, необходимый для расплавленія проволокъ изъ различныхъ металловъ. Если  $l$  означаетъ длину,  $d$ —діаметръ, то необходимый токъ будетъ

$$i = l \cdot d^{3/2}$$

Постоянную величину  $l$  авторъ нашелъ у:

Мѣди . . . . .	$l = 80$ м.
Алюминія . . . . .	59,2 м.
Платины . . . . .	40,4 "
Нов. серебра . . . . .	40,8 "
Платиноида . . . . .	37,1 "
Желѣза . . . . .	24,6 "
Олова . . . . .	12,8 "
Свинца . . . . .	10,8 "

Бхм.

## РЕЦЕНЗІИ.

**С. Ковалевскій. Учебникъ физики.** Ч. I. Ученіе о матеріи и силахъ. — Статика. — Гидростатика. — Аэростатика. — Ч. II. Гармоническое и волнообразное движеніе. — Звукъ. — Свѣтъ. — Теплота. — Магнетизмъ. — Электричество. — Гальванизмъ.

Первая часть этого учебника, вышедшая въ прошломъ году, подала поводъ къ краткимъ, но рѣшительнымъ рецензіямъ и послѣдующимъ за ними пререканіямъ, какъ на страницахъ „Вѣстника Опытной Физики и Элементъ Математики“, такъ и въ „Русскомъ Богатствѣ“. Излишне страстный тонъ этихъ пререканій, въ особенности со стороны защитника учебника г. Хвольсона, могъ подрывать успѣхъ книги прежде, чѣмъ съ нею познакомились бы во-очію; между тѣмъ сама книга г. Ковалевскаго заслуживаетъ того, чтобы съ нею познакомились учителя физики, такъ какъ она представляетъ изъ себя первый, хотя нѣсколько робкій, шагъ къ выработкѣ насто

ательно необходимаго теперь учебника физики для средне учебных заведений, согласованнаго съ современнымъ состояніемъ науки. Стремленія г. Ковалевскаго прекрасны. Онъ хочетъ провести въ видѣ связующей нити черезъ весь учебникъ идею о сохраненіи и превращеніи энергіи; доказательства онъ стремится согласовать съ силами и средствами ученика; порядокъ расположенія и изложенія отдѣловъ согласованъ съ ихъ логическою послѣдовательностью. Поэтому въ интересахъ дѣла необходимо внимательно всмотрѣться въ этотъ учебникъ, въ его цѣли и въ то, на сколько удалось ему достигнуть ихъ.

Прежде всего, дѣйствительно ли чувствуется потребность введенія въ курсъ физики для среднеучебныхъ заведеній понятія о законѣ сохраненія энергіи? Успѣхъ учениковъ въ физикѣ, какъ и во всякомъ предметѣ, обусловленъ, большею частью, степенью интереса, питаемаго учениками къ дѣлу. Старое изложеніе, состоявшее изъ массы малосвязанныхъ между собою отдѣловъ, конечно, должно было возбуждать менѣе интереса, чѣмъ новое, изящное зданіе, построенное на немногихъ краеугольных истинахъ. Такія широкія обобщенія, какъ законъ сохраненія энергіи, облегчаютъ кромѣ того работу памяти и во многихъ случаяхъ упрощаютъ ходъ доказательства. Примѣръ лучшихъ иностранныхъ учебниковъ, заставляетъ окончательно помириться съ необходимостью введенія въ курсъ ученія объ энергіи; укажу на „Краткій учебникъ физики“ Бальфура Стьюарта (на русскій языкъ перевед. С. Ламанскимъ въ 1875 г.), на „Natural Philosophy for Beginners“, Тодгента, 1881. („Физика для начинающихъ“; численные примѣры, заимствованные изъ этой физики, изданы въ Кіевѣ въ 1887 г.) и на „Physique“ Поль Пуаре, 4-е изд. 1886 г.\*). Я съ умысломъ указываю на учебники, выдержавшіе по нѣсколько изданій и написанные извѣстными специалистами: Б. Стюартомъ—по физикѣ, Тодгентеромъ и Пуаре по преподаванію физики и математики. Во всѣхъ этихъ учебникахъ въ основу изложенія, какъ и у г. Ковалевскаго, положенъ законъ сохраненія энергіи.

Но, вводя этотъ законъ въ учебникъ, мы должны стараться, чтобы онъ не остался балластомъ; необходимо, чтобы онъ проходилъ черезъ все изложеніе, облегчая, гдѣ возможно, доказательства, и всюду выяняя соотношеніе между явленіями. Къ сожалѣнію, въ учебникѣ г. Ковалевскаго законъ сохраненія энергіи остается безъ всякаго примѣненія; г. Ковалевскій довольствуется обыкновенно въ концѣ главы краткою перефразировкою содержанія ея, пользуясь терминами закона сохраненія энергіи. При такомъ употребленіи законъ остается почти безполезнымъ.

То-же самое можно замѣтить и про главу о „потенціалѣ.“ И этотъ терминъ остается безъ всякаго примѣненія во всей книгѣ, а потому лучше было бы и совсѣмъ не водить его. Для того, чтобы понятіе о потенциалѣ оказалось пригоднымъ въ элементарномъ учебникѣ, необходимо освободить его отъ математической оболочки, за которою для учениковъ скрывается суть дѣла. Что понятіе о потенциалѣ можетъ быть дано чисто практически безъ математическихъ усложненій, это видно изъ книги К. Максвелла объ „Электричествѣ“ (издан. въ Кіевѣ, 1886 г., подъ редакціей профессора Авенариуса), а также изъ изданія Павленковымъ „Полнаго курса физики“ Гано изд. 1885 г.; въ обоихъ книгахъ первоначальное понятіе о потенциалѣ дается независимо отъ математическаго его опредѣленія. Только въ такой формѣ можно воспользоваться понятіемъ о потенциалѣ въ элементарномъ изложеніи.

Еще болѣе настоятельная необходимость является въ придачіи терминамъ элементарной физики опредѣленнаго точнаго значенія, и въ большей точности и

\* ) Изъ русскихъ учебниковъ можно указать на превосходную, но по своеобразности, не пригодную для преподаванія „Начальную физику“ проф. Любимова.

последовательности доказательствъ. Въ этомъ отношеніи кое что сдѣлано г. Ковалевскимъ, но осталось еще много существенныхъ пробѣловъ. Укажу на нѣсколько главныхъ недостатковъ. Въ § 10 опредѣленіе силы, какъ причины движенія или измѣненія движенія, не согласуется съ описаннымъ въ § 11 чисто статическимъ способомъ измѣренія силы помощью динамометра; кромѣ того описанный въ § 11 способъ нанесенія дѣленій на динамометръ не требуетъ, чтобы измѣненія формы динамометра были пропорціональны силамъ; между тѣмъ въ § 12, при изложеніи закона независимости силъ или причинъ, авторъ подразумѣваетъ такую пропорціональность; вообще не выяснена условность способа измѣренія силъ, и вслѣдствіе этой неясности въ § 15 книги встрѣчается опытное доказательство правила сложения силъ, дѣйствующихъ на точку по одному направленію, хотя въ дѣйствительности нѣтъ надобности въ доказательствѣ, такъ какъ это правило есть слѣдствіе соглашения по выраженіи силъ числами\*). Въ § 18 при доказательствѣ правила о перенесеніи точки приложенія силы, дѣйствующей на точку тѣла (необходимо было добавить *твердаго*) сдѣлана неправильная ссылка на § 12, гдѣ говорилось о равныхъ силахъ, *приложенныхъ къ одной точкѣ*, а здѣсь идетъ рѣчь о силахъ, приложенныхъ къ *разнымъ точкамъ*; слѣдовало же сослаться на опредѣленіе твердаго тѣла. Вообще во всей статьѣ о сложении параллельныхъ силъ нигдѣ не упомянуто, что эта теорія имѣетъ мѣсто *только* для твердаго тѣла. Въ § 36 дано невѣрное понятіе о *perpetuum mobile*; это есть такая машина, которая не только двигается вѣчно безъ содѣйствія силы, главное, *вышло производить при этомъ изъ ничего работу*. Идея о вѣчномъ движеніи безъ производства работы не есть нелѣпность сама по себѣ, и къ осуществленію ея мы можемъ, подойти весьма близко, устраняя вредныя сопротивленія; идея же о *вѣчномъ дѣйствителѣ*, производящемъ изъ ничего работу, противорѣчитъ всѣмъ нашимъ понятіямъ о мірѣ и опровергается рядомъ неудачныхъ попытокъ изобрѣтателей. (См. объ этомъ „Natural Philosophy for Beginners“ Тодгентера, ч. I, гл. LXII „Вѣчное движеніе“). Я указываю на вопросъ о *Perpetuum mobile* потому, что отъ него легко перейти къ вопросу о сохраненіи энергій; при помощи его же легко излагается статья о потенциалѣ (см. уже упомянутый „Краткій учебн. физики“. Б. Стьюарта § 110 и „Physique“ П. Пуаре § 447). Приведенный въ § 39 способъ вывода формулъ равноускореннаго движенія, принадлежащій проф. I. Сомову, достаточно точенъ, но онъ исходитъ отъ понятія о постоянной силѣ къ понятію о равномерномъ движеніи, т. е. отъ болѣе отвлеченнаго и менѣе извѣстнаго къ реальному и болѣе извѣстному, противно педагогическимъ требованіямъ. Мнѣ кажется, всего проще было бы принять за исходный пунктъ законъ пространствъ и отсюда уже вывести формулы равноускорен. движенія. Въ § 51 для опытнаго подтвержденія закона Паскаля авторъ предложилъ собственный приборъ, про который можно сказать, что въ немъ „за дымомъ не видать огня“; самая формулировка закона неполна и неясна, такъ какъ не дано опредѣленія понятія о гидростатическомъ давленіи и нигдѣ не указано, что это давленіе нормально къ испытывающей его поверхности; авторъ упустилъ изъ виду, что равномерная передача давленія во всѣ стороны есть слѣдствіе того факта, что давленіе нормально къ поверхности (см. переведенную мною „Теорію теплоты“ Клеркъ-Максуэлла, 1888 г., гдѣ этотъ вопросъ прекрасно и совершенно элементарно изложенъ въ § 45). Въ § 53, какъ и ранѣе въ § 51 опытное подтвержденіе законовъ Паскаля и слѣдствій его теряютъ всякое значеніе, такъ какъ оно основано на скрытомъ допущеніи того,

\*) Болѣе подробно это выяснено мною въ статьѣ: „Изъ замѣтокъ учителя физики“, Педагог. Сборн. 1887 г. № 9.

что требуется доказать. Изложение теории частных явлений крайне неполно и поверхностно; поэтому лучше было бы ограничиться только фактической стороной.

Автор нашел нужным ввести в курс понятие о гармоническом и волнообразном движении; особенной пользы от этого введения для дальнейшего изложения незамѣтно; въ самом изложении есть достаточно неточностей и неясностей.

Въ § 89 говорится о „числѣ колебаній *основного тона трубы*“, при чемъ не выяснено, что это за основной тонъ.

Въ § 97 сказано, что образование тѣни возможно объяснить *только* прямолинейнымъ распространениемъ свѣта. Это неправильно; при криволинейныхъ лучахъ также возможна тѣнь, подобно тому, какъ за обстрѣливаемой мишенью есть мертвое пространство и при криволинейномъ движеніи сварядовъ.

Въ § 110 находимъ: „Вслѣдствіе *отраженія* лучей свѣта отъ поверхности... мы можемъ различать... предметы.“ Не вслѣдствіе отраженія, а вслѣдствіе разсѣянія.

Сферической абберацией авторъ называетъ не извѣстное явленіе, а „разстояніе отъ главного фокуса до точки пересѣченія оси не центральнымъ лучемъ“. (§ 109).

Напряженность свѣта авторъ по старинному шаблону опредѣляетъ, какъ количество лучей, т. е. одинъ неизвѣстный терминъ замѣняетъ другимъ неизвѣстнымъ. Въ статьѣ о фотометріи (§ 111) приведены довольно призрачные, обыкновенно практикуемые выводы зависимости силы освѣщенія отъ разстоянія и угла наклоненія, при чемъ не упомянуто, что законъ синусовъ выведенъ и справедливъ только для случая параллельныхъ лучей.

Въ § 112 утверждение, что вмѣсто абсолютныхъ показателей преломленія можно довольствоваться показателями преломленія относительно воздуха, голословно, такъ какъ не выведена зависимость между абсолютнымъ и относительнымъ показателями преломленія.

§ 120 начинается съ весьма грубой ошибки: изъ того, что преломляющіе углы элементарныхъ призмъ оптического стекла увеличиваются отъ центра къ краямъ, авторъ заключаетъ, что лучи, падающіе на края стекла сильнѣе „преломляются и *потому ближе пересѣкутся къ стеклу чѣмъ центральные лучи*“. Подчеркнутая фраза не составляетъ логическаго послѣдствія предыдущихъ.

Статья объ ахроматизмѣ (§§ 129, 130, 131), не смотря на введенную авторомъ геометрическую лемму, изложена столь-же неудачно съ теоретической стороны, какъ и въ другихъ учебникахъ; при этомъ авторъ пользовался инымъ опредѣленіемъ свѣто-разсѣянія, чѣмъ ранѣе въ § 125. Самый чертежъ 219, показывающій ходъ лучей въ ахроматической комбинаціи призмъ, невѣренъ, такъ какъ лучи падающій и преломленный при выходѣ изъ второй призмы оказались по одну сторону нормали къ плоскости, что невозможно. Подобная же ошибка въ ходѣ лучей замѣтна и на черт. 220. Въ §§ 142 и 181 ошибочно говорится, что „металлическій предметъ, находящійся въ одной комнатѣ съ неметаллическимъ,.... *всегда* покажется холоднѣе послѣдняго.“ Въ дѣйствительности ощущеніе зависитъ отъ температуры предметовъ: въ жарко нагрѣтой банѣ металлическія вещи кажутся горячее деревянныхъ.

При описаніи прибора Руа и Рамсдена (§ 148) упущено изъ виду, что оба объектива перемѣщаются при нагрѣваніи.

Въ § 179 авторъ говоритъ, что критическая температура есть такая, при которой газъ не можетъ быть въ жидкомъ состояніи, каково бы ни было при этомъ давленіе.“ Слѣдуетъ сказать: „*наименьшая* изъ такихъ температуръ...“

Въ § 180 для доказательства того, что влажность можетъ быть выражена и отношеніемъ упругостей, авторъ приводитъ довольно сложное доказательство, пользуясь предварительно выведенною формулою, основанною на законахъ Мариотта и Гей

Люсака; проще прямо сослаться на законъ Мариотта. Здѣсь же совершенно не выяснено, почему упругость пара при температурѣ росы равна упругости существующаго пара.

Описанный въ § 204 способъ сужденія о распредѣленіи электричества по поверхности проводника ни на чемъ не основанъ, такъ какъ не выяснено, почему зарядъ, получаемый пробнымъ шаромъ при прикосновеніи къ тѣлу, долженъ быть пропорціоналенъ плотности электричества въ точкѣ прикосновенія; для избѣжанія этого возраженія слѣдуетъ взять пробную пластинку, которая не измѣняла бы замѣтно формы тѣла, и на которую перешелъ бы весь зарядъ съ частей тѣла, находящихся подъ пластинкою (См. Педагог. Сборн. 1888 г. № 4, „Изъ замѣтокъ учителя физики,“ ст. 2-ая).

Въ томъ же § 204 говорится, что электрическая емкость тѣла зависитъ отъ формы и размѣровъ ихъ поверхности, и не прибавлено, что она зависитъ и отъ присутствія другихъ тѣлъ.

При описаніи электрической машины говорится, что зарядъ кондуктора достигаетъ наибольшей величины, когда, „сколько электричества будетъ притекать къ кондуктору, столько же будетъ и разсѣваться въ воздухъ.“ Въ дѣйствительности главная причина, не допускающая безпредѣльнаго заряженія кондуктора, даже если бы была устранена потери въ воздухъ, заключается въ томъ, что положительный зарядъ кондуктора притягиваетъ отрицательное электричество остріевъ и противодействуетъ вліянію заряженного положительно стекла; дальнѣйшее заряженіе кондуктора прекратится, когда противоположныя по направленію вліянія кондуктора и стекляннаго круга на остріе гребенки уравниваются. Это обстоятельство совершенно упускается изъ виду нашими учебниками.

На сколько теорія потенциала дурно привилась къ учебнику, видно изъ слѣдующей фразы § 216: „Величина  $2e$  называется электрическою разностью ( $e$  и  $-e$  заряды соприкасающихся тѣлъ), которую общепринято называть разностью потенциаловъ и обозначать  $V - (-V) = 2V$ .“ Быть можетъ это опечатка? на слѣдующей страницѣ мы опять встрѣчаемъ подобное же смѣшеніе понятій о зарядѣ и потенциалѣ.

Формула Ома, по мнѣнію автора, доказывается помощью высшей математики, а не принимается по аналогіи съ тепловыми явленіями, (§ 224) и послѣдующей затѣмъ опытной провѣркѣ.

Нельзя не обратить вниманія еще на одну сторону учебника г. Ковалевскаго; это крайне легкое отношеніе къ математическимъ выводамъ и формуламъ и злоупотребленіе словомъ „очевидно“.

„Очевидно,“ что пара силъ имѣетъ равнодѣйствующую равную 0 и приложенную на безконечномъ разстояніи (§ 19).

„Очевидно,“ что количество движенія шаровъ до удара и послѣ удара равны (§ 48).

„Очевидно,“ что всѣ эти точки должны находиться на одной прямой... представляющей очертаніе отраженныя волны (§ 77) и т. д.

При выводѣ формулы для сферическихъ зеркалъ (§§ 104 и 105) авторъ не замѣтилъ, что выводъ имѣетъ мѣсто только для того случая, когда отраженный лучъ пересѣкаетъ оптическую ось; поэтому безъ повѣрки и оговорокъ нельзя примѣнить эту формулу къ тому случаю, когда свѣтящаяся точка лежитъ между главнымъ фокусомъ и центромъ и упомянутое условіе не имѣетъ мѣста.

Тоже самое можно сказать и про выводъ формулы для двояковыпуклыхъ стеколъ (§ 118). Обобщеніе этой формулы для всякихъ стеколъ, сдѣланное на стр. 279 (§ 32?), можетъ дать ученикамъ крайне превратное понятіе объ обращеніи съ отрицательными числами. Изученіе физики и математики должны идти рука объ руку и

только на примѣрахъ въ физикѣ ученики могутъ хорошо выяснитъ себѣ значеніе отрицательныхъ величинъ, а потому легкое отношеніе къ отрицательнымъ рѣшеніямъ въ физикѣ непростительно.

На стр. 355 авторъ говоритъ, что выраженіе  $\frac{a(t'-t)}{1+at}$  пропорціонально измѣненію температуры; слѣдуетъ добавить: при данной начальной температурѣ  $t$ . Такая же неточность сдѣлана и на стр. 356.

Очеркъ физическихъ явленій въ атмосферѣ составленъ кратко и толково.

О мелкихъ разсѣянныхъ по книгѣ неточностяхъ и неясностяхъ достаточно уже говорили другіе рецензенты.

Вынесенное мною впечатлѣніе таково, что учебникъ этотъ составлялся слишкомъ спѣшно и передъ выходомъ не былъ подвергнутъ внимательной критикѣ кѣмъ либо помимо автора, хотя послѣдній и выражаетъ въ предисловіи свою благодарность лицамъ, пересматривавшимъ его книгу.

Приходится жалѣть, что эта попытка создать новый хорошій учебникъ физики не можетъ быть признана удавшеюся.

А. Корольковъ (Кіевъ).

## РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

◆ Всѣхъ землетрясеній, записанныхъ Фламмаріономъ, оказалось въ прошломъ 1887 году 665.

◆ Въ промежутокъ времени отъ 6-го до 12-го авг., по сообщеніемъ газетъ, были замѣчены болѣе или менѣе слабыя землетрясенія: въ Діано-Марино (центръ прошлогодняго Лигурійскаго землетрясенія 11-го февр.), въ Одессѣ, въ Кишиневѣ, въ Дубосарахъ (на Днѣстрѣ) и въ области рѣки Амура (Хабаровка).

◆ Съ 5-го по 11-ое сентября въ Лондонѣ происходятъ засѣданія 4-го международнаго геологическаго конгресса. Туда отправились и нѣкоторые русскіе ученые. Прежніе геологическіе конгрессы собирались: въ Болоньи, Парижѣ и Берлинѣ.

◆ Въ будущемъ 1889 г. во время Парижской всемірной выставки соберется международный конгрессъ специалистовъ по электричеству и географическій конгрессъ (въ августѣ м.).

◆ При Дрезденской Политехнической школѣ учреждена особая кафедра телефоніи. Ее занялъ проф. Ульбрихтъ.

◆ Въ текущемъ году минуетъ 50 лѣтъ, какъ Карлъ-Августъ Штейнгель сдѣлалъ весьма важное открытіе телеграфированія при употребленіи одной только соединительной проволоки.

◆ Извѣстно, что карманные часы портятся подъ вліяніемъ магнетизма. Для лицъ, принужденныхъ часто находиться вблизи сильныхъ электромагнитовъ, это неудобство устранено изобрѣтеніемъ Вальтгами. Въ составъ его часовъ, вмѣсто стали, входитъ какой-то сплавъ (составляющій пока секретъ автора), не подвергающійся дѣйствію магнетизма.

◆ Нашимъ Военнымъ Вѣдомствомъ объявлено два конкурса: одинъ съ преміею въ 1000 рублей на изготовленіе сигнальнаго свѣтового прибора для кавалеріи, и другой, съ преміею въ 300 р. на составленіе учебника военно-телеграфному искусству для нижнихъ чиновъ. (Условія этихъ конкурсовъ см. подробности напр. въ Почтово-Телеграфномъ Журналѣ № 14 за 1888 г. или въ № 158 журн. „Техникъ“).

◆ Главное Управленіе Военно-Учебныхъ заведеній рекомендовало циркулярнымъ отношеніемъ для бібліотекъ военно-учебныхъ заведеній: 1) Журналъ „Вѣстникъ Оп.

Физики и Элем. Математики“ съ начала его изданія, 2) „Теорію Теплоты“ К. Максвелла (пер. А. Королькова), 3) „Методы рѣшеній ариѳм. задачъ“ И. Александрова 2-е изд., 4) „Электрическіе Аккумуляторы“ Э. Шнацинского и 5) „О землетрясеніяхъ“ — его-же.

◆ Скончались: 1) 12-го авг. въ Боннѣ знаменитый нѣмецкій физикъ проф. **Рудольфъ Клаузиусъ**; родился въ 1822 г. въ Помераніи, извѣстенъ своими изслѣдованіями въ области механической теоріи тепла и ея примѣненій къ электричеству\*). 2) 7-го авг. въ Ваксгольмѣ, около Стокгольма, одинъ изъ наиболѣе выдающихся современныхъ физиковъ проф. **Эрикъ Эдлундъ**; его гипотеза объ униполярной индукціи и объясненіе атмосфернаго электричества обратили на себя всеобщее вниманіе и возбудили нѣсколько лѣтъ тому назадъ оживленные споры\*\*). 3) 7-го Іюля **Генрихъ Дебрэ**, французскій химикъ, занимавшій въ Парижской Нормальной Школѣ кафедру послѣ С. Клеръ-Девилья. Изъ его трудовъ наиболѣе извѣстны изслѣдованія диссоціаціи и группы платиновыхъ металловъ. 4) Американскій геологъ **Генрихъ Карвилъ Левисъ**, 5) бельгійскій астрономъ **Гузо** (I. C. Houzeau), бывшій деректоръ брюссельской обсерваторіи; изъ его трудовъ очень цѣнится „Bibliographie de l'astronomie“. 6) Англійскій воздухоплаватель **Симмондсъ** (убился при полетѣ 15-го августа).

## ЗАДАЧИ.

**№ 338.** Отецъ сказалъ сыну: „въ моемъ бумажникѣ находится теперь ровно 100 рублей; тамъ есть рублевки, трехрублевки и пятирублевки — всего 30 штукъ кредитныхъ билетовъ; угадай сколько тамъ рублевокъ — тогда онѣ твои“. Сынъ занялся рѣшеніемъ задачи и потомъ отвѣтилъ: „угадать невозможно, ибо Ваша задача имѣетъ 12 рѣшеній“. — „Тогда я прибавляю еще одно условіе — сказалъ отецъ — а именно: числа рублевокъ, трехрублевокъ и пятирублевокъ кратны между собою.“ Рѣшивъ задачу при этомъ условіи, сынъ отвѣтилъ: „и теперь нельзя знать навѣрное сколько у Васъ рублевокъ, ибо задача допускаетъ еще два рѣшенія.“ — „Представь ее въ такомъ случаѣ въ видѣ системы уравненій, допускающей только эти два рѣшенія — сказалъ отецъ — тогда получишь твои рублевки согласно тому рѣшенію, въ которомъ ихъ окажется больше“. — Спрашивается, сколько рублевокъ отецъ желалъ подарить сыну?

III.

**№ 339.** Доказать геометрическимъ построеніемъ справедливость формулы:

$$\cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a.$$

(Заимств. III.)

**№ 340.** Показать, что если въ треугольникѣ ABC

$$\angle A = \angle 2B,$$

то

$$a^2 = b^2 + bc.$$

Вѣрна-ли обратная теорема? Разсмотрѣть случай прямоугольнаго треугольника.

М. Попруженко (Воронежъ).

\*) Болѣе подробныя свѣдѣнія будутъ сообщены въ особой замѣткѣ.

\*\*) Съ сущностью гипотезы Эдлунда познакомятъ читателей въ особой замѣткѣ.

№ 341. Рѣшить уравненіе

$$\sqrt[3]{\frac{x-3}{4-x}} = \frac{x}{2}.$$

Н. Соболевскій (Москва).

№ 342. Въ квадратъ ABCD изъ точки D, радіусомъ равнымъ сторонѣ, проведена четверть окружности AC и на сторонѣ AD построена полуокружность. Пусть P есть произвольная точка дуги AC; соединивъ эту точку съ D, найдемъ въ пересѣченіи прямой PD съ полуокружностью AD нѣкоторую точку K. Доказать, что отрѣзокъ PK равенъ разстоянію точки P отъ стороны квадрата AB.

(Заимств. III.)

№ 343. Точка пересѣченія діагоналей четырехугольника проектирована на всѣ его стороны; зная эти проекціи, требуется построить четырехугольникъ.

А. Гольденбергъ (Спб.)

№ 344. Два брата, получивъ въ наслѣдство землю въ видѣ треугольника ABC, пожелали, чтобы избѣжать лишнихъ расходовъ, отдѣлить свои участки заборомъ наименьшей длины. Какое положеніе въ треугольникѣ долженъ имѣть такой заборъ?

И. Пламеневскій (Т.-Х.-Шура).

## Загадки и вопросы.

№ 6. Въ боковой стѣнкѣ сосуда со ртутью сдѣлано прямоугольное отверстіе; оно плотно закрывается желѣзнымъ цилиндромъ, могущимъ вращаться около горизонтальной оси, параллельной отверстию, такъ чтобы отверстіе оставалось всегда закрытымъ. При этомъ одна часть цилиндра, а именно погруженная въ ртуть, по закону Архимеда, потеряетъ въ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ вытѣсненная ртуть, а такъ какъ вѣсъ наружной части остается тотъ же, то равновѣсіе цилиндра должно нарушиться, и онъ начнетъ вращаться погруженною частью вверхъ, а наружную внизъ. Относительное положеніе цилиндра и ртути при этомъ не измѣняется, а потому такое вращеніе должно существовать вѣчно.

Гдѣ здѣсь ошибка?

(Заимств. А. Л. К.)

№ 7. Извѣстно, что при мгновенной остановкѣ поѣзда, пассажиръ вслѣдствіе инерціи подается *впередъ*. Однакожъ, на нѣкоторыхъ курьерскихъ поѣздахъ, снабженныхъ тормазамп, замѣчается совершенно обратное явленіе: пассажиры въ моментъ остановки подаются *назадъ*. Чѣмъ объясняется этотъ фактъ?

(Заимств. III.)

## Упражненія для учениковъ.

1. 1)  $(3a+5b-2c)-(a+5b-c)=$

2)  $(a+3b)-(5a-9b)-(4a+8b)-(-6a+b)=$

$$3) (3a-14b)+3[7(a-b)-2(a-2b)]+8(a-b)=$$

$$4) (2x^2+xy-2y^2)+(-4x^2+3xy-y^2)+(-x^2-6xy+5y^2)+ \\ +(4x^2-xy+3y^2)=$$

$$5) (ax^3+bx^2-cx)+(2ax^3-5bx^2+4cx)+(-ax^3+2bx^2-8cx)=$$

$$2. 1) \frac{a}{11} + \frac{5b-n}{11} - \frac{6a-n}{11} + \frac{5a+6b}{11} =$$

$$2) \frac{1}{2}(x+y) + \frac{1}{2}(x-y) + \frac{1}{3}(2x+y) + \frac{1}{3}(x+2y) =$$

$$3) \left(\frac{2}{3}a + \frac{1}{7}b\right) - \left(\frac{1}{6}a - \frac{5}{14}b\right) =$$

$$4) \left(\frac{4}{5}x + \frac{3}{4}y - \frac{1}{10}z\right) - \left(\frac{2}{15}x - \frac{1}{4}y + \frac{2}{5}z\right) =$$

$$5) \left(\frac{3}{4}x^2 - \frac{2}{3}xy + \frac{3}{5}y^2\right) + \left(\frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{6}xy - \frac{3}{10}y^2\right) + \\ + \left(\frac{1}{2}x^2 + \frac{5}{6}xy - \frac{3}{10}y^2\right) =$$

$$3. 1) \frac{4x+y}{2x-y} + \frac{5x-y}{2x-y} - \frac{7x+y}{2x-y} + \frac{4x-y}{2x-y} - \frac{4x-y}{2x-y} =$$

$$2) \frac{4a+7b-1}{a+b+1} - \frac{5a+3b+4}{a+b+1} + \frac{2a-b+11}{a+b+1} + \frac{3a+b-10}{a+b+1} =$$

$$4. 1) (a^2+b^2+c^2)^2 - (-a^2+b^2+c^2)^2 =$$

$$2) (a^2-ab+b^2)(a^2+ab+b^2) =$$

$$3) (25x^2-30xy+9y^2):(5x-3y)+3y =$$

$$4) 4(2xy-xz)(2xy+xz)-16x^2y^2 =$$

$$5) \left(\frac{3}{4}p^2 - \frac{4}{3}q^2\right) : \left(\frac{3}{4}p - \frac{4}{3}q\right) =$$

$$5. 1) \left[m + \frac{1}{m} + 1\right] \left[m + \frac{1}{m} - 1\right] =$$

$$2) \left(x^4 - \frac{1}{x^2}\right) : \left(x^2 - \frac{1}{x}\right) =$$

$$3) \frac{a^2+b^2}{a-b} - (a-b) =$$

- 4)  $\frac{(p+q)^2}{4pq} - \frac{(p-q)^2}{4pq} + 1 =$
- 5)  $\left[ \frac{a^4}{a^2-x^2} - (a^2+x^2) \right] \cdot \frac{a+x}{x^2} =$
- 6)  $\frac{a^2-b^2-c^2+2bc}{a^2+b^2-c^2+2ab} =$
- 7)  $\frac{b^2+2bc+c^2-a^2}{b+c-a} + \frac{a^2-b^2+2bc-c^2}{b-c+a} =$
- 8)  $\frac{a+2b}{a-2b} - \frac{a-2b}{a+2b} =$
- 9)  $\frac{a^2+b^2-c^2-d^2}{2(ab+cd)} + 1 =$
- 10)  $1 - \frac{a^2+b^2-c^2-d^2}{2(ab+cd)} =$

*А. Гольденберг (Спб.)*

ВВ. Всѣ преобразованія и упрощенія данныхъ числовыхъ выраженій должны быть выполнены *устно*, т. е. должны быть выполнены безъ промежуточныхъ записей.

## РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

**№ 247.** Определить площадь трапеціи по діагоналямъ и углу между ними.

Пусть ABCD данная трапеція; AC и BD ея діагонали, E—ихъ точка пересѣченія. Пусть BG перпендикуляръ изъ B на AC и DF—изъ D на A C. Тогда искомая площадь

$$S = \frac{1}{2} AC \cdot BG + \frac{1}{2} AC \cdot DF \dots \dots \dots (1)$$

Если уголъ между діагоналями  $= \alpha$ , то

$$BG = BE \cdot \sin \alpha, \quad DF = ED \cdot \sin \alpha.$$

Замѣняя BG и DF въ выраженіи (1) ихъ величинами, находимъ окончательно

$$S = \frac{1}{2} AC \cdot BD \cdot \sin \alpha.$$

*Мирошниковъ и Новицкій (Воронежъ), С. Блажеко (Смол.)* Ученики: Могил. р. уч. (6) Я. И., Курск. г. (7) А. В., Э. Б., П. Г., И. Н.; (8) I. Ч., Т.-Х.-III. р. уч. (7) С. Х. Вор. к. к. (6) А. И. Полоц. г. (7) В. Ч. Тифл. р. уч. (6) Н. П. Вятск. р. уч. (6) И. П.

**№ 270.** Въ квадратъ ABCD стороны AD и CD продолжены на равныя длины DG и DE, и на этихъ прибавкахъ построенъ другой квадратъ DEFG. Соединимъ вершины A и F, и пусть пересѣченіе AF съ DE будетъ точка M; точно также соединимъ вершины B и E и пусть пересѣченіе прямой BE со стороною AD будетъ точка N. Доказать равенство отрезковъ DN и DM.

Изъ треугольниковъ BEC и NED имѣемъ:

$$EC:BC=ED:ND \dots \dots \dots (1)$$

Подобнымъ же образомъ изъ треугольниковъ FAG и MAD получимъ:

$$AG:AD=FG:MD,$$

или

$$EC:BC=FG:MD \dots \dots \dots (2)$$

потому что

$$AG=EC \text{ и } AD=BC.$$

Изъ (1) и (2) имѣемъ

$$ED:ND=FG:MD.$$

Но такъ какъ  $ED=FG$ , то заключаемъ, что

$$ND=MD.$$

*В. Солаертинскій (Гатчино), С. Рудневъ (Спб.), П. Летуновскій (Полтава), С. Блажко (См.), Ивановскій Новицкій (Воронежъ). Ученицы 6 кл. Петрозаводск. Маринск. ж. г. Б. Кувеская и Ю. Онирская. Ученики: Спб. Введен. г. (7) Н. К., 10-й Петр. г. (8) О. Д. Петерб. Ек. перк. уч. (5) В. М. Измаил. пр. (6) Т. Х., Плоцк. г. (6) И. В., Вор. к. к. (?) И. Е., (6) А. П., Курск. г. (5) В. Х., (6) А. П., (7) И. Н. и А. В. Т.-Х.-Ш. р. уч. (7) С. Х., Перм. г. (5) В. Л., Черн. г. (6) Д. З., Короч. г. (5) П. П., Вятск. р. уч. (6) И. П., Екатериносл. г. (8) А. В. Кишин. р. уч. (7) Д. Л. и Кам.-Под. г. (7) А. Р.*

## Поправка къ статьѣ І. Клейбера.

„Рѣшеніе нѣкоторыхъ геометрическихъ вопросовъ изъ теоріи затмѣній“.

(См. „Вѣстникъ“ № 47).

На стр. 252 (4-го сем.) вмѣсто:  $\sin \alpha = \frac{c}{c_0} = \frac{30}{180} = \frac{1}{6}$ ;  $\alpha = 9^\circ,6$

должно быть:  $\sin \alpha = \frac{c}{c_0} = \frac{30}{90} = \frac{1}{3}$ ;  $\alpha = 19^\circ,5$ .

Кромѣ того на черт. 52-мъ (стр. 251) не проставлены буквы:  $O_2$  на пересѣченіи прямыхъ  $C_2O_1$  и  $B_2B_3$ , и  $O'_2$  на пересѣченіи прямыхъ  $C_3O_1$  и  $B_2B_3$ .

Редакторъ-Издатель Э. К. Шпачинскій.

Дозволено цензурою. Кіевъ 19 Сентября 1888 г.

Типо-литографія Высочайше утвержд. Товарищества И. Н. Купшерева и К<sup>о</sup>.

Объявленія о присланныхъ въ редакцію книгахъ.

## УЧЕБНИКЪ ФИЗИКИ. С. КОВАЛЕВСКАГО.

ЧАСТЬ II-ая. Гармоническое и волнообразное движенія. Звукъ. Свѣтъ. Теплота. Магнетизмъ. Электричество. Гальванизмъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1888. Цѣна 1 р. 75 к.

Складъ изданія: С.-ПЕТЕРБУРГЪ, Николаевская, 18.

## ПРИМѢНЕНІЕ НОВѢЙШИХЪ УСПѢХОВЪ МЕТЕОРОЛОГИИ КЪ ВОЗДУХОПЛАВАНІЮ.

Б. Срезневскаго.

Съ 12-ью чертежами.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1888. Цѣна и адресъ склада изданія не обозначены.

## Брошюры Д. ЛАЧИНОВА:

- 1) Динамо-электрическая машина безъ жельза.
- 2) Оптический Динамометръ.
- 3) Экономизаторъ электрическаго освѣщенія.
- 4) Распиреніе ртути въ эбонитовомъ резервуарѣ.

- 5) О вольтаметрической провѣркѣ гальванометровъ.
- 6) Объ изслѣдованіи электрическихъ разрядовъ посредствомъ фотографіи.

Цѣны не обозначены.

## Брошюра П. С. ПОРѢЦКАГО.

## ДВѢ ЗАМѢТКИ.

I. По поводу сообщенія П. В. Преображенскаго „Особаго вида тригонометрическіе ряды“. II. По поводу соч. г. Цераскаго „Астрономическій фотометръ“.

## НОВОЕ ОБЪЯСНЕНІЕ

Грозы, вѣтхъ трехъ родовъ молній и огней Св. Эльма.

З. А. Ляцкаго.

Поневѣжъ. 1885. Цѣна 50 к.

Къ этому: „Приложеніе“ (1888 г.) (Отвѣтъ на рецензію, помѣщенную въ журналѣ „Русская мысль“).

## ОТЧЕТЪ О СОСТОЯНІИ

Тамбовской Губернской Гимназіи.

за 188<sup>6</sup>/<sub>7</sub> уч. годъ.

Составилъ И. Александровъ.

## ТРУДЫ.

## СОБРАНІЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

языковъ русскаго и иностранныхъ.

188<sup>6</sup>/<sub>7</sub> уч. годъ.

(Педагогическій музей военно-учебныхъ заведеній).

С.-Петербургъ. 1888.

## О ПРЕПОДАВАНІИ ЗАКОНА БОЖІЯ

ВЪ СРЕДНЕУЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЯХЪ.

Д. СОКОЛОВА.

Перепечатано изъ № 4—5 журнала „Воспитаніе и Обученіе“.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1888.

Обложка  
щется