

Н. М. Любимов

Начальная физика

**В объеме гимназического
преподавания. Часть 2**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 93
ББК 63.3
Л93

Л93 **Любимов Н.М.**
Начальная физика: В объеме гимназического преподавания. Часть 2 / Н. М. Любимов – М.: Книга по Требованию, 2016. – 518 с.

ISBN 978-5-519-50035-7

С 730-ю политипажами в тексте, задачами, репетиториумом и вопросами для упражнений. Страницы 470-989.

ISBN 978-5-519-50035-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2016

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



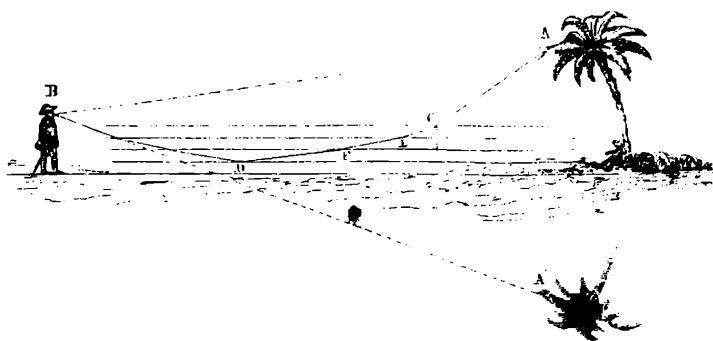
Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

тых солнцемъ, (напримѣръ въ степяхъ Египта, въ нашихъ южныхъ степныхъ мѣстахъ), а также при поверхности (фиг. 424) моря, съ тою разницею что при морѣ нижній слой болѣе холодный и плотный. Название *миража* (se mirer:—зеркальность дано французскими моряками. Во время похода Бонапарта въ Египетъ знаменитый французскій математикъ Монжъ *) наблюдалъ и подробно описалъ этого рода явленіе, указавъ вѣстѣ съ тѣмъ и его теорію.

Утромъ и вечеромъ, пишетъ Монжъ, видъ мѣстности таковъ, какъ долженъ быть, и между вами и ближайшими селеніями вы видите только землю; но, съ того времени какъ почва достаточно нагрѣется солнцемъ и до вечера когда начнетъ охлаждаться, земля кажется имѣющею иное протяженіе и оканчивающеюся на разстояніи около лье общимъ наводненіемъ. Селенія за этимъ разстояніемъ кажутся какъ бы островами лежащими посреди обширнаго озера... Подъ каждымъ селеніемъ видно его обращенное, не очень ясное, изображеніе, какое увидали бы еслибы дѣйствительно предъ нами была отражающая водная поверхность. По мѣрѣ приближенія къ селенію берегъ кажущейся воды удаляется, рукавъ моря, который казался, отдѣлялъ васъ отъ селенія, суживается, наконецъ совсѣмъ исчезаетъ, и явленіе, прекратившееся для этого селенія, воспроизводится для новаго, открывающагося глазу въ vzdлежащемъ разстояніи*.

Фиг. 25 указываетъ путь лучей производящихъ явленіе миража. Слой прилегающій къ нагрѣтой почвѣ становится зна-



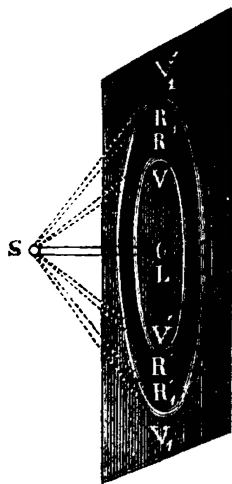
Фиг. 425.

чительно рѣже слоевъ выше лежащихъ. Наблюдатель получаетъ отъ отдаленнаго предмета—вопервыхъ лучъ прямо идущій,

*) Творецъ начертательной геометріи, принимавшій главное участіе въ основаніи знаменитой Парижской Политехнической Школы.

приблизительно вдоль слоя однообразной плотности, в которых лучь свершивший кривой путь. Нижнія части небесаго свода, отражаясь подобнымъ же образомъ, дѣлають впечатлѣніе воднаго пространства.

§ 309. Радуга. Радуга наблюдается когда предъ глазами наблюдателя проходятъ водяныя капли (например идетъ дождь, несутся брызги фонтана, водопада) освѣщенные солнцемъ, находящимся сзади его головы. Ученые первые объяснившіе это явленіе основали объясненіе на опытѣ съ стекляннымъ шаромъ наполненнымъ водою и представляющимъ какъ бы водяную каплю огромныхъ размѣровъ. Antonius de Dominis *) (1611 г.) бросилъ пучокъ солнечныхъ лучей на такой шаръ и замѣтилъ, что часть этихъ лучей, пройдя чрезъ шаръ, преломляется, соединяясь въ нѣкоторой точкѣ сзади его, другая же отражается отъ его внутренней поверхности и возвращается коническимъ пучкомъ, окаймленнымъ, при поверхности, воронкою цвѣтныхъ лучей, обозначающихся радужной каймой, если принять отраженный пучекъ на экранъ, какъ изображено на фиг. 426. *L* есть отверстіе пропускающее лучи, *S* прозрачный шаръ ихъ отражающій и дающій на экранѣ радужную койму *VR* съ фіолетовымъ цвѣтомъ со внутренней и краснымъ съ наружной стороны. На нѣкоторомъ разстояніи отъ первой воронки лучей замѣчается вторая воронка съ фіолетовымъ цвѣтомъ съ наружной стороны, пролагающаяся на экранѣ коймою *R, V*. Между двумя коймами темный промежутокъ; внутри же конуса образуемаго первою воронкою, а на экранѣ, слѣдовательно, въ пространствѣ окаймленномъ первою коймою — слабое освѣщеніе. Такимъ образомъ прозрачный шаръ, а слѣдовательно и водяная капля, дѣйствуетъ какъ рефлекторъ отражающій падающій на него пучекъ, параллельныхъ лучей въ формѣ двухъ воронкообразныхъ пучковъ каждый изъ семи цвѣтныхъ слоевъ.



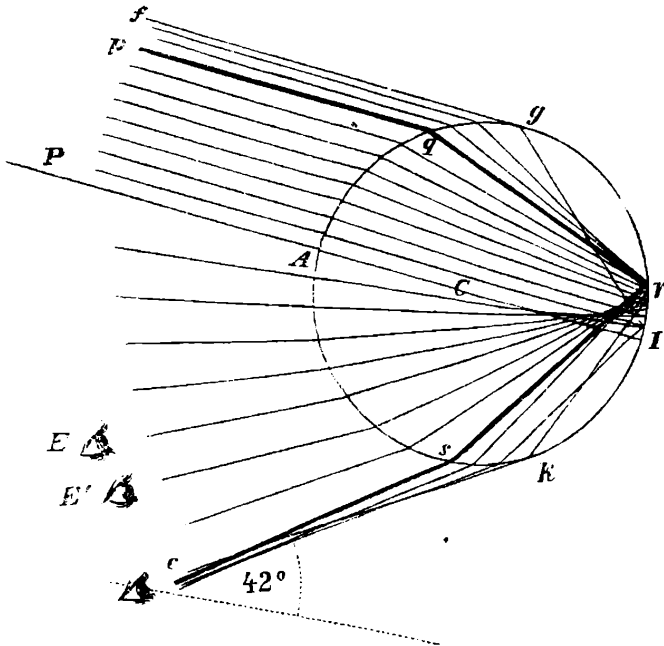
Фиг. 426.

Тоже явленіе Декартъ оправдалъ, наблюдая шаръ глазомъ и

*) Иезуитъ быстро поднявшійся въ церковной іерархіи до званія архіепископа. Обвиненный инквизиціею въ склонности къ протестантскимъ идеямъ удаленъ въ Англію. Къ концу жизни вернулся въ Римъ, отказываясь отъ ученій какихъ держался въ Англіи, но скоро былъ брошенъ въ темницу инквизиціи, гдѣ и умеръ въ 1624 году. Его трупъ и сочиненія были сожжены, и пепельъ брошенъ въ Тибръ.

усматривая яркіе цвѣта, когда глазъ находится при предѣлѣ отраженнаго конуса. Онъ нашелъ что уголъ соответствующій половинѣ отверстия первой красной воронки составляетъ около 42° , уголъ же второй воронки лучей равняется около 51° . Слои лучей другихъ цвѣтовъ сопровождаютъ красный слой, образуя въ первой воронкѣ углы нѣсколько меньшіе 42° (около 40° для фіолетовыхъ лучей) во второй нѣсколько большіе 51° (около 54° для красныхъ лучей).

Ньютона подвергъ вопросъ о пути лучей и разложеніи бѣлаго пучка внутри водяной капли подробному теоретическому изслѣдованію и далъ полное объясненіе происхожденію цвѣтной коймы составляющей радугу. Фиг. 427 представляетъ построенный, на основаніи законовъ преломленія свѣта въ водѣ, точный путь пучка красныхъ лучей $fgAP$, падающихъ на верхнюю половину водяной сферы параллельно между собою и выходящихъ послѣ отраженія отъ ея внутренней поверхности коническимъ пучкомъ. Видимъ что лучи выходящіе при краѣ конуса выходятъ почти параллельной груп-

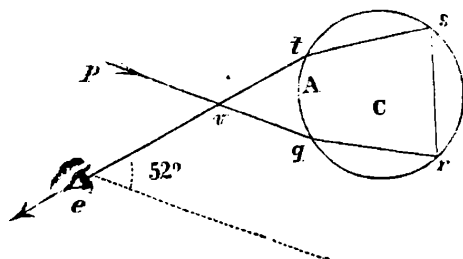


Фиг. 427.

пой, тогда какъ внутренніе расходятся между собою и что предѣльный лучъ se (онъ соответствуетъ не самому крайнему изъ падающихъ, а лучу pq) дѣлаетъ съ направлеиємъ пада-

ющихъ уголъ въ 42° . Если глазъ будетъ находиться по направленію луча se , то онъ ощутитъ впечатлѣніе краснаго свѣта, хотя бы капля находилась очень далеко, ибо приметъ струю параллельныхъ лучей, сохраняющую одинаковую почти силу освѣщенія вблизи и вдали отъ капли. Находясь гдѣ-нибудь въ E' или E , глазъ не ощутитъ свѣта, ибо сила освѣщенія расходящихся лучей уменьшается по мѣрѣ удаленія. Лучи сосѣдніе съ se называются *дѣйствующими*. Такимъ образомъ если линія проведенная отъ глаза къ отдаленной каплѣ дѣлаетъ съ направленіемъ падающихъ лучей уголъ въ 42° , то капля эта играетъ роль отдаленнаго рефлектора посылающаго въ глазъ струю краснаго свѣта.

Мы прослѣдили путь лучей параллельнымъ пучкомъ падающихъ на верхнюю часть капли и по отраженіи выходящихъ внизъ. Параллельные лучи падающіе на нижнюю часть капли выйдутъ подобнымъ образомъ кверху. Но часть ихъ, послѣ *двоекратнаго* отраженія въ каплѣ, выйдетъ также и внизъ. Такъ лучъ Pq (фиг. 428) отразившись при r , s и преломившись при

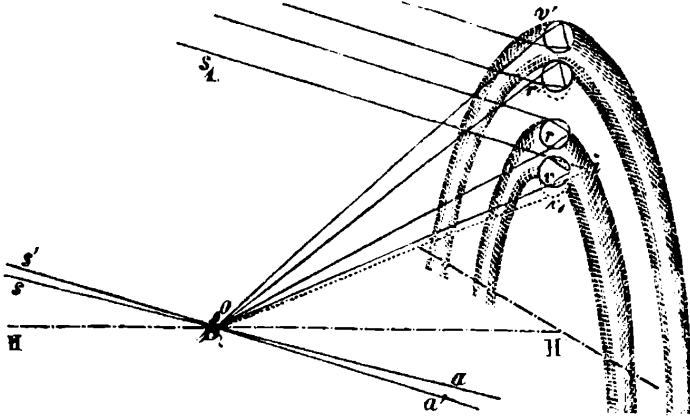


Фиг. 428.

b достигаетъ глаза наблюдателя e . Весь пучокъ такимъ образомъ выходящій будетъ также конусоидальный съ воронкообразнымъ предѣломъ дѣйствующихъ лучей; причемъ уголъ соответствующій красному цвѣту будетъ 52° , фіолетовому 54° . Эти лучи объясняютъ происхожденіе второй коймы на экранѣ въ опытѣ изображенномъ на фиг. 426. Прибавимъ что расходящіеся лучи этого втораго конусоидальнаго пучка находятся въ его воронкообразнаго предѣла, а не внутри воронки какъ въ случаѣ перваго пучка, образованнаго *однократными* отраженіемъ внутри капли. Этимъ объясняется темный промежутокъ между коймами: въ него не попадаетъ отраженныхъ лучей.

Представимъ теперь себѣ (фиг. 429) что предъ глазомъ наблюдателя находится слой водяныхъ капель освѣщенныхъ солнечными

лучами. Проведемъ отъ точки o занимаемой глазомъ линіи os и os' къ краямъ солнца и обратимъ вниманіе, напримѣръ, на лучи выходящіе изъ этой нижней точки. По отдаленности солнца, ихъ можно разсматривать какъ параллельные между собою.



Фиг. 429

Начиная разсужденіе, напримѣръ, съ фіолетовыхъ, лучей, проведемъ линію ov , дѣляющую съ направленіемъ лучей sa уголъ 40° ; эта линія будетъ лежать на предѣлѣ фіолетовой струи свѣта отражаемой каплею или точнѣе цѣлымъ рядомъ капель дождеваго слоя лежащаго по этому направленію. Разсуждая относительно лучей идущихъ отъ верхняго края солнца, какъ разсуждали относительно лучей идущихъ отъ верхняго, проведемъ линію ov' дѣляющую съ oa' уголъ 40° , по направленію которой глазъ получаетъ также фіолетовую струю. Не только капли встрѣчаемыя по направленію or и or' , но и капли лежащія въ цѣломъ коническомъ слое, пропсходящемъ отъ обращенія этихъ линій вокругъ соответствующихъ имъ линій oa и oa' , при неизмѣнномъ углу 40° , будутъ доставлять глазу фіолетовые лучи и слѣдовательно глазъ будетъ видѣть цѣлую фіолетовую дугу шириною въ полградуса (такъ какъ уголъ между направленіями or и or' равный углу aoa' или $so's'$, т.-е. угловой величинѣ солнца, составляетъ немного болѣе полградуса); надъ фіолетовою будутъ дуги другихъ цвѣтовъ и наконецъ красная соответственно направленію or и углу 42° . Такъ объясняется первая радуга. Проводя линіи or' и or'' дѣляющія съ направленіемъ oa углы 51° и 54° , объяснимъ происхожденіе второй радуги.

§ 310. Голубой цвѣтъ неба. Если впустить въ темную комнату черезъ отверстіе въ ставнѣ пучокъ солнечныхъ лучей, то путь ихъ обозначится въ воздухѣ влѣдствіе освѣщенія малѣй-

шихъ пылинокъ носящихся въ комнатахъ и имѣющихъ, согласно Тиндалю, преимущественно органическое происхождение. Разсѣиваніе свѣта частицами самого воздуха, согласно тому же изслѣдователю, незначительно, и еслибы воздухъ былъ свободенъ отъ постороннихъ частицъ, а тѣмъ болѣе еслибы лучи проходили въ чистой пустотѣ, то путь его не былъ бы виденъ со стороны и надо бы было помѣстить глазъ въ самомъ пучкѣ чтобы ощутить свѣтъ. Разсѣиваніемъ лучей малѣйшими частицами носящимися въ воздухѣ Тиндаль объясняетъ происхождение голубаго цвѣта неба, основываясь на опытахъ съ химическимъ разложеніемъ нѣкоторыхъ веществъ (преимущественно органическаго происхожденія, какъ азотистокислый нитрилъ, таковой же бутилъ и многія другія) дѣйствіемъ лучей солнечныхъ или электрическаго свѣта. Заклучая небольшое количество пара такихъ веществъ въ цилиндрической стеклянной трубкѣ, концы которой задрваны стеклянными же прозрачными пластинками и пропуская пучокъ лучей вдоль оси трубки,—сдѣлавъ его притомъ, помощію внѣшняго стекла, сходящимся въ фокусъ внутри трубки,—онъ нашелъ что слѣдъ пучка въ началѣ опыта незамѣтный, скоро начинаеть обозначаться, вслѣдствіе разложенія пара и выдѣленія мельчайшихъ частицъ. Пока частицы крайне мелки, слѣдъ лучей представляется голубымъ—цвѣтъ небесной лазури; цвѣтъ этотъ переходитъ, при возрастаніи величины частицъ, въ блѣдный облачный, и слѣдъ получаетъ видъ тончайшаго клубящагося дыма. Тиндаль не рѣшаетъ вопроса отъ какихъ собственно частицъ происходитъ атмосферное разсѣяніе, но опыты его вообще указываютъ что самое незначительное количество вещества приведеннаго въ состояніе мельчайшихъ капелекъ или пылинокъ, сравнительно съ которыми капельки или пылинки доступныя микроскопу суть тѣла громаднѣйшей величины, въ состояніи наполнить разсѣяннымъ свѣтомъ весьма значительное пространство. Еслибы не было атмосферы, то солнце и звѣзды представлялись бы ярко свѣтящимся кругомъ и свѣтлыми точками на совершенно черномъ фонѣ; вокругъ насъ были бы рѣзкіе переходы отъ свѣта къ тѣни и мы не имѣли бы того болѣе или менѣе однообразнаго освѣщенія, какое теперь имѣемъ при дневномъ свѣтѣ, когда не только самое солнце но и всякая часть небеснаго свода, облегающаго землю свѣтлымъ шатромъ, доставляетъ свѣтъ.

§ 311. Задачи. 1) Въ ставнѣ темной комнаты сдѣлано отверстие въ 1 сантиметръ діаметра и пропущены солнечные лучи принятые на экранъ, поставленный перпендикулярно въ оси пучка на разстояніи 3 метровъ отъ отверстія. Какъ велико будетъ изображеніе солнца (видимый его діаметръ = $32'$)? 2) Высота солнца въ полдень надъ горизонтомъ $52^{\circ} 20'$. Найти высоту дерева бросающаго тѣнь 80 футовъ длиною. 3) Два источника свѣта разстоятъ одинъ отъ другаго на n метровъ; напряженіе свѣта перваго есть a , втораго b . Гдѣ надо поставить экранъ между ними чтобы онъ съ двухъ сторонъ былъ освѣщенъ одинаково? 4) Наблюдатель смотритъ въ небольшое плоское зер-

кало, такъ что всего себя въ немъ не видитъ. Найти построение какую часть онъ видитъ. 5) Два зеркала поставлены подъ прямымъ угломъ одно къ другому; линія ихъ раздѣла помѣщена горизонтально. Объяснить почему наблюдатель, смотря въ такое сложное зеркало, видитъ себя верхъ ногами. Какъ видитъ онъ себя при другихъ положеніяхъ зеркала. Подобные опыты съ прямоугольною призмою. 6) Приложение формулъ вогнутаго зеркала и собирающаго стекла къ рѣшенію различныхъ задачъ о мѣстѣ и величинѣ изображенія, фокусномъ разстояніи, кривизнѣ зеркала или стекла. Приложение къ случаю мнимыхъ изображеній. Приложение формулъ вогнутаго зеркала и рассеивающаго стекла. 7) Воздушныя линзы и ихъ противоположность съ стеклянными линзами. Какъ дѣйствуетъ слой воздуха помѣщенный внутри, напримѣръ, воды и ограниченный а) выпуклыми поверхностями (рассѣвающее воздушное стекло); б) вогнутыми поверхностями (собирающее воздушное стекло). 8) Собирающее стекло въ разстояніи 24 центиметровъ отъ свѣчи даетъ отчетливое изображеніе свѣчи; если приблизить стекло на 12 центиметровъ, то оказывается что для полученія отчетливаго изображенія свѣчи ея разстояніе отъ стекла надо удвоить. Найти фокусное разстояніе стекла. 9) Объяснить явленіе отраженія въ передней и задней поверхности стекла той или другой формы (двойко-выпуклаго, плоско-выпуклаго, двойко-вогнутаго и т. д.). Вогнутое зеркало, образованное изъ двойко-выпуклаго стекла, котораго задняя поверхность покрыта амальгамою. 10) Два собирающія стекла, въ 5 центим. фокуснаго разстоянія каждое, поставлены одно за другимъ въ разстояніи 3 центим. Изучить оптическое дѣйствіе такой системы на кружокъ въ 1 центим. діаметра поставленный на разныхъ разстояніяхъ. 11) Зрѣніе въ сходящихся лучахъ. Поставивъ предъ вогнутымъ зеркаломъ, между фокусомъ и центромъ, свѣчу получимъ ея воздушное обратное изображеніе; но если наблюдатель помѣститъ глазъ ближе къ зеркалу чѣмъ мѣсто изображенія, то увидитъ отраженіе свѣчи въ прямомъ видѣ; объяснить это явленіе. 12) Поставимъ предъ собирающимъ стекломъ экранъ съ малымъ отверстіемъ соответственно центру стекла. Гдѣ надо помѣстить глазъ чтобы, смотря чрезъ стекло, не замѣчать экрана съ его прорѣзомъ а видѣть такъ какъ еслибы стекло дѣйствовало своимъ своимъ отверстіемъ (только съ ослабленіемъ яркости). 13) Свѣча поставлена предъ вогнутымъ зеркаломъ между центромъ и фокусомъ такъ что ея изображеніе рисуется на поставленномъ въ нѣкоторомъ разстояніи экранѣ. Маленькое непрозрачное препятствіе сзади свѣчи загорается ея такъ что она можетъ посылать лучи только на зеркало, а не прямо на экранъ. На пути лучей между зеркаломъ и экраномъ помѣстимъ непрозрачное препятствіе съ маленькимъ отверстіемъ и за нимъ на небольшомъ разстояніи листокъ бумаги. На бумагѣ получится маленькое обратное изображеніе свѣчи. Объяснить это явленіе. 14) Предметъ стоитъ передъ стекломъ; изо-

бражевіе рисуется на экранѣ. Что произойдетъ, если на мѣсто экрана поставить плоское или вогнутое зеркало? 15) По данному показателю преломленія опредѣлить уголъ съ ка-кого начинается полное внутреннее отраженіе. 16) Сравненіе увеличенія лупъ, сдѣланныхъ изъ разныхъ веществъ, но имѣющихъ одинаковую кривизну (напримѣръ сравненіе лупы изъ стекла съ лупою изъ алмаза). 17) Наблюдатель видитъ ясно на разстояніи n сантиметровъ; желаетъ видѣть ясно предметъ находящійся на разстояніи n' сантиметровъ. Какое стекло онъ долженъ взять? 18) Лучъ входитъ въ призму подъ угломъ паденія 20° , уголъ призмы 40° . Найти уголъ при выходѣ и отклоненіе, если показатель $n=1,5$. 19) Чтобы опредѣлить показатель преломленія флинта для красныхъ лучей (линія В) измѣримъ уголъ минимума отклоненія $=27^\circ 47' 56''$. Уголъ призмы $36^\circ 24' 50''$. Какъ великъ искомый показатель? 20) Какъ видоизмѣнить формулу $\frac{1}{F} = (n - 1) \left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \right)$ въ случаѣ плоско-выпуклаго стекла, въ случаѣ менисковъ?

ОТДѢЛЪ ЧЕТВЕРТЫЙ.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМЪ.

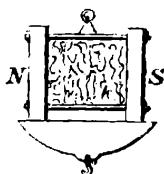
І. Начальные факты магнетизма.

§ 312. Естественные магниты. Во многихъ мѣстахъ пластами и цѣлыми горами (таковы, напримѣръ, гора Благодать и Высокая гора въ Уральскомъ хребтѣ, нѣкоторыя горы въ Швеціи и Норвегіи) встрѣчается желѣзная руда чернаго цвѣта называемая магнитнымъ желѣзнякомъ. Отдѣльные куски этой руды, особенно полежавшіе на воздухѣ и отчасти заржавленные, нерѣдко имѣютъ свойство притягивать желѣзо. Такіе куски называются *естественными магнитами*. Если повалить магнитъ въ желѣзныхъ опилкахъ, то они пристанутъ къ его поверхности, преимущественно въ мѣстахъ именуемыхъ его *полюсами*. Чтобы съ удобствомъ обнаружить способность магнита держать приложенное желѣзо, обыкновенно обкладываютъ обѣ его стороны, соотвѣтствующія полюсамъ, желѣзною оправой (фиг. 430) въ формѣ полосъ, къ концамъ которыхъ прилагается третья полоса пленуемая *якоремъ*. Оправа не только дѣлаетъ опытъ удобнымъ, но и увеличиваетъ силу магнита. Грузъ потребный для того чтобъ оторвать якорь отъ

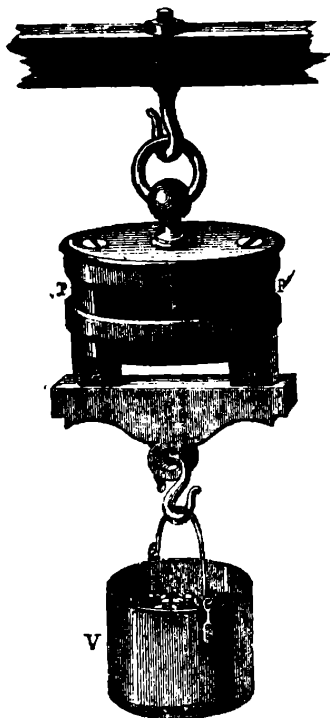
магнита служить мѣрою его силы. Фиг. 431 изображаетъ большой естественный магнитъ съ его оправою и грузомъ.

Малые магниты могутъ вообще держать, сравнительно съ своимъ вѣсомъ, болѣе значительный грузъ чѣмъ большіе (очень маленькіе магниты держатъ въ 30, 40 разъ болѣе своего вѣса; тогда какъ кусокъ въ 2 фунта уже рѣдко держитъ болѣе десятикратнаго собственнаго вѣса). Какъ примѣръ большаго магнита можно привести магнитъ Тейлорова музея въ Голландіи, который съ оправою вѣситъ триста фунтовъ и держитъ грузъ болѣе 230 фунтовъ.

Свойство магнита притягивать желѣзо извѣстно съ древности. Самое имя произошло отъ города Магнезіи, въ Лидіи, недалеко отъ нынѣшней Смирны, гдѣ по преданію найдены первые маг-



Фиг. 430.



Фиг. 431.

ниты *). Нельзя сказать когда сдѣлалось извѣстнымъ свойство подвижнаго магнита или намагниченной стрѣлки (компасъ) становиться по направленію отъ сѣвера къ югу. Древній шимъ сочиненіемъ въ Европѣ, въ которомъ упоминается о

*) Римскій натуралистъ Плиніи передаетъ сказаніе что магнитъ получилъ наименованіе отъ имени пастуха Магнеса, замѣтившаго будто бы что гвозди его обуви и кончики палки въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пристають къ горѣ Идѣ. Въ стихахъ Лукреція, описывающаго многія свойства магнита: притяженіе, отталкиваніе, передачу дѣйствія чрезъ желѣзо, говорится:

Quem magneti vocant patrio de nomine Graii
Magnetum quia sit patriis in montibus ortus.