

**Н. М. Любимов**

# **Начальная физика**

**В объеме гимназического  
преподавания. Часть 1**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 93  
ББК 63.3  
Л93

Л93 **Любимов Н.М.**  
Начальная физика: В объеме гимназического преподавания. Часть 1 / Н. М. Любимов – М.: Книга по Требованию, 2016. – 478 с.

**ISBN 978-5-458-12153-8**

С 730-ю политипажами в тексте, задачами, репетиториумом и вопросами для упражнений.  
Часть 1. Страницы 1-469.

**ISBN 978-5-458-12153-8**

© 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](http://www.samizday.ru/reprint)



## ПРЕДИСЛОВІЕ.

Wherewer it is possible knowledge should be insinuated into the mind of another in the manner in which it was first discovered.

*Bacon.*

Гдѣ только возможно, знаніе должно быть ввѣдряемо въ умъ другаго тѣмъ самымъ путемъ какимъ оно впервые открыто.

*Беконъ.*

Предлагаемый учебникъ имѣеть особеннсть, на которую считаю не лишнимъ указать. Приведенный эпиграфъ даетъ о ней понятіе. При изложеніи всѣхъ важнѣйшихъ положеній науки я старался уловить нить идей изобрѣтателей, и гдѣ только представлялась возможность говорилъ ихъ собственными словами. Такое введеніе въ учебное руководство историческаго элемента въ тѣсномъ сліянніи съ элементомъ догматическимъ, безъ ущерба для послѣдняго, но въ оживленіе и поясненіе, казалось мнѣ весьма полезнымъ по отношенію къ предмету который есть представитель естествознанія въ ряду наукъ введенныхъ въ кругъ общаго образованія и отъ преподаванія котораго можно желать не только сообщенія полезныхъ фактическихъ свѣдѣній, но и вклада

въ духовное развитіе учащагося. Духъ естествознанія есть по преимуществу духъ изысканія и открытія. Истинная школа логики открытій заключается въ ихъ философской исторіи, въ раскрытіи тѣхъ путей какими достигнута великія пріобрѣтенія въ области изученія природы. Съ другой стороны, сліяніе историческаго и догматическаго элементовъ, опытъ котораго желалъ я дать въ настоящемъ сочиненіи, кажется мнѣ полезнымъ и собственно въ педагогическомъ отношеніи. Процессъ перваго изученія, какимъ учащійся входитъ въ новый для него міръ, имѣетъ сходство съ процессомъ самого открытія, первый актъ котораго есть рожденіе мысли внезапно освѣщающей и раздѣляющей то что представлялось темнымъ и слитнымъ. Первая трудность при усвоеніи изучаемаго предмета заключается въ томъ чтобы представить его себѣ съ надлежащею ясностію, съ различеніемъ существеннаго отъ того что облекаетъ и сопровождаетъ оное. На этихъ первыхъ шагахъ главное вниманіе должно быть обращено не столько на строгость доказательства, и подробности оправданія даннаго положенія науки, сколько на уясненіе его сущности. Изложеніе по первымъ источникамъ казалось мнѣ особенно способнымъ для достиженія этой цѣли. Въ умѣ изобрѣтателя найденное имъ положеніе науки хотя бы въ формѣ только плодотворной догадки, представляется съ особою ясностію, отражающеюся на изложеніи. Повторяя мысль изобрѣтателя,

ушійся проходить путь испытанный и дѣйстви-тельно ведущій къ цѣли. Какая надобность перефразировать то что выражено изобрѣтателемъ съ удареніемъ на существенномъ, съ особымъ интересомъ къ излагаемому, съ привлекательною оригинальноію формы, — перефразировать подвергая опасности удалиться отъ подлинной мысли. Не говоримъ уже о столь обыкновенной въ учебныхъ руководствахъ перефразировкѣ изъ третьихъ рукъ.

Курсъ раздѣленъ нами на пять отдѣловъ: *механическая часть, звукъ, тепло и свѣтъ, магнетизмъ и электричество, общая физика*. Въ отдѣлъ общей физики мы отнесли изложеніе механическихъ началъ ученія о природѣ болѣе отчетливое чѣмъ какое возможно при началѣ курса. Въ третьемъ отдѣлѣ, принимая въ соображеніе тождество явленій, мы не отдѣляли ученія о лучахъ теплоты отъ ученія о лучахъ свѣта. Къ концу книги приложено сжатое изложеніе главнѣйшихъ положеній курса, которое, полагаю, будетъ существенно полезно при повтореніи пройденнаго. За такимъ репетиторіумомъ слѣдуетъ рядъ вопросовъ, касающихся пунктовъ на которые я желалъ обратить вниманіе преподавателей. Значительная часть этихъ вопросовъ можетъ служить темою для упражненій учащихся.

Не указываю разсѣянныхъ въ курсѣ особенностей при изложеніи частныхъ. Свѣдущими онѣ будутъ замѣчены.

---



# ОТДѢЛЪ ПЕРВЫЙ

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ФИЗИКИ.

### І. Ученіе о тяжести.

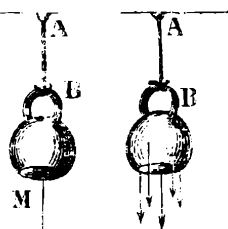
§ 1. Паденіе и вѣсъ тѣлъ какъ слѣдствіе дѣйствія силы тяжести.—Камень ничѣмъ неподдерживаемый падаетъ на землю. Если мы держимъ его въ рукѣ или помѣстимъ на столѣ, то онъ производитъ на руку или на столъ *давленіе*, называемое *вѣсомъ*. Очевидно что два эти явленія находятся въ ближайшей связи между собою: камень падаетъ отъ того что имѣетъ вѣсъ, и производитъ давленіе отъ того что стремится упасть. Явленія эти такъ обыкновенны и *паденіе* представляется такимъ общимъ и первоначальнымъ свойствомъ окружающихъ насъ тѣлъ, что потребно усиліе ума дабы отдѣлить мысленно этотъ признакъ отъ остальныхъ свойствъ тѣла, отвлеченно представить себѣ тѣло не имѣющимъ вѣса и разсматривать *вѣсъ* какъ слѣдствіе дѣйствія на тѣло нѣкоторой особой причины. Но не трудно убѣдиться что такая причина дѣйствительно есть. Представимъ себѣ камень лежащій въ комнатѣ, въ углѣ гдѣ стѣна пересѣкается съ поломъ, и пусть этотъ камень касается и стѣны и пола. Касаясь стѣны, онъ не производитъ на нее никакого давленія и остался бы попрежнему въ покоѣ, еслибы ея не было. Для произведенія давленія на стѣну мы должны прижать камень чѣмъ-нибудь къ ней, на примѣръ усиліемъ руки. Но на полъ камень самъ собою

производитъ давленіе дѣйствующее сверху внизъ. заключаемъ что по направленію внизу камень испытываетъ невидимое дѣйствіе, объясняющее его давленіе на полъ, подобно тому какъ усиліе руки прижимающее камень объясняетъ его давленіе на стѣну. Если бы этого невидимаго дѣйствія не было, тѣло не имѣло бы вѣса, и тогда не было бы нужно его поддерживать, чтобъ оно не упало: камень остался бы въ воздухѣ въ томъ мѣстѣ гдѣ мы его помѣстили. Дѣйствіе это можетъ быть больше или меньше, смотря по тому гдѣ находится тѣло. Вѣсъ камня не одинаковъ на горѣ, на различныхъ мѣстахъ земной поверхности и въ земныхъ глубинахъ. Если бы мы могли перенести камень на луну, на солнце, на планеты, то замѣтили бы несравненно болѣе значительныя измѣненія его вѣса чѣмъ какія можемъ наблюдать на землѣ.

Въ чемъ состоитъ невидимое дѣйствіе гонящее тѣло, тянетъ ли что либо его снизу, толкаетъ ли что либо сверху, опытъ этого вопроса не рѣшаетъ. Есть, впрочемъ, въ числѣ извѣстныхъ намъ явленій одно представляющее значительное сходство съ разсматриваемымъ. Это притяженіе желѣза къ магниту. Кусокъ желѣза стремится къ магниту, повинувшись невидимому дѣйствію, подобно тому какъ камень стремится къ землѣ. Отсюда идея о *тяжести* или земномъ притяженіи какъ причинѣ паденія и вѣса тѣлъ. Хотя причины такихъ притягательныхъ дѣйствій и неизвѣстны, тѣмъ не менѣе самыя дѣйствія могутъ подлежать точному изученію, какимъ и займемся по отношенію къ тяжести.

**§ 2. Равновѣсіе тѣла, повѣшеннаго на нити.** Чтобы тѣло не упало, нѣтъ надобности подпирать его снизу: можно также повѣсить его на нити (фиг. 1). Сопротивленіе нити уничтожаетъ дѣйствіе тяжести, которое

тинетъ внизъ. Линія  $MP$ , служащая продолженіемъ нити  $AB$ , наглядно показываетъ *направленіе*, по которому это дѣйствіе обнаруживается. Явленіе происходитъ такъ, какъ если бы линія  $MP$  была нитью, за которую нѣкоторая невидимая причина или сила тянула бы тѣло внизъ по ея направленію. Если условимся рисовать линію  $MP$  тѣмъ

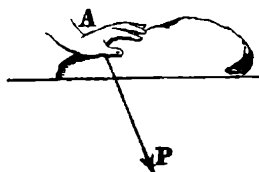


Фиг. 1 и 2.

длиннѣе, чѣмъ больше разсматриваемая нами сила, то получимъ возможность изображать на чертежѣ не только направленіе силы но и ея, сравнительную съ другими силами, величину. Чѣмъ больше вѣситъ тѣло, тѣмъ сравнительно длиннѣе должны мы рисовать линію  $MP$ .

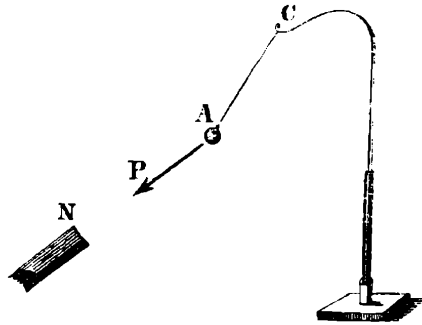
Хотя описанный опытъ и уполномочиваетъ насъ разсматривать дѣйствіе тяжести на тѣло какъ *одну* силу тянущую тѣло внизъ, однако мы не должны забывать, что на самомъ дѣлѣ каждая часть тѣла имѣетъ вѣсъ и тянула бы нить еслибы была повѣшена отдѣльно. Потому для полнаго изображенія дѣйствія тяжести мы должны представить себѣ, что на каждую частицу тѣла дѣйствуетъ своя сила (нѣсколько такихъ силъ изображено на фиг. 2). Изъ нашего опыта слѣдуетъ что дѣйствіе цѣлой *системы силъ* можетъ быть приведено къ одной силѣ. Такая сила называется *равнодѣйствующею* по отношенію къ силамъ, которыя она замѣняетъ и которыя называются *слагающими*.

Не только для изображенія дѣйствія тяжести на тѣло, но и для изображенія дѣйствія всякаго рода давленій и притяженій, вообще *силъ* на тѣла, прибѣгаютъ къ такому же способу изображенія. Такъ линія  $AP$  на фиг. 3 можетъ изображать давленіе руки на камень, линія  $AP$  на фиг. 4—притяженіе какое магнитъ оказываетъ на



Фиг. 3.

кусокъ желѣза *A* повѣшенный на нити, и т. д. Строго говоря, давленіе руки дѣйствуетъ не на одну точку, а на цѣлую совокупность частицъ камня, магнитное притяженіе на каждую частицу желѣза, и мы должны бы представить цѣлую систему линий, но мы можемъ безъ ущерба точности изображать одною линіею дѣйствіе причины, обни-

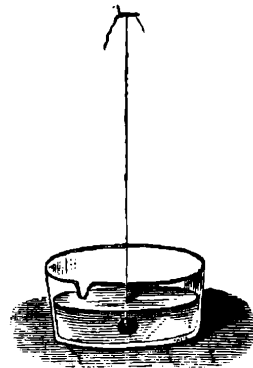


Фиг. 34.

мающей пѣлую совокупность точекъ: а) если система дѣйствующихъ силъ, какъ въ примѣрѣ съ тяжестію, приводится къ одной силѣ; б) когда можно по малости разбѣровъ тѣла сравнительно съ разстояніемъ на какомъ разсматривается дѣйствіе не принимать въ расчетъ что тѣло состоитъ изъ частей и разсматривать его какъ одно цѣлое, какъ одну *матеріальную точку*. Частицы изъ которыхъ мы представляемъ себѣ состоящими тѣла всегда разсматриваются какъ матеріальныя точки.

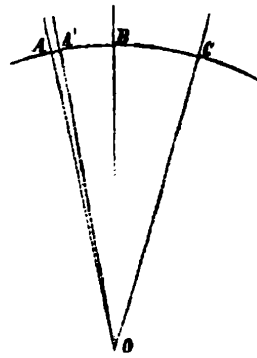
§ 3. **Направленіе дѣйствія тяжести.**—Направленіе принимаемое нитью съ тяжелымъ тѣломъ на концѣ (фиг. 5), показывающее направленіе по которому дѣйствуетъ тяжесть, перпендикулярно къ поверхности воды, ртути и вообще всякой жидкости въ спокойномъ состояніи. Эта поверхность называется *горизонтальною*, а направленіе нити носить названіе *вертикальнаго* или *отвѣснаго*.

Изъ того что нить съ грузомъ принимаетъ направленіе перпендикулярное къ поверхности воды легко вывести что дѣйствіе тяжести направлено къ центру земли. Поверхность воды покрывающей большую часть земнаго шара можетъ быть разсматриваема какъ поверхность сферическая, кажущаяся на маломъ протяженіи плоскою по причинѣ огромной величины



Фиг. 5.

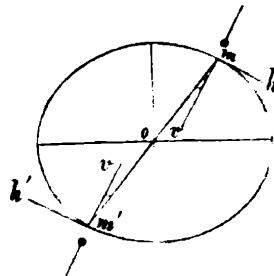
земнаго радиуса. Пусть  $AC$  (фиг. 6) представляет поверхность воды; и при точкѣ  $A$  повѣшено на нити тяжелое тѣло. Такъ какъ нить принимаетъ направление перпендикулярное къ поверхности воды, то продолженіе нити  $AO$  пойдетъ по радиусу, ибо въ сферической поверхности радиусъ перпендикуляренъ къ элементу поверхности. То же самое можно сказать и о всякой другой нити повѣшенной на какомъ-нибудь другомъ мѣстѣ земной поверхности. Такимъ образомъ вертикальныя линіи проведенныя на различныхъ точкахъ  $A, B, C$  земной поверхности, будучи продолжены внутрь земли, сходятся въ ея центрѣ. Следовательно *тяжесть дѣйствуетъ по направлению къ центру земли* \*).



Фиг. 6.

Потому, если мы повѣсимъ на нитяхъ два тѣла, одно подлѣ другаго, то эти нити въ строгомъ смыслѣ не параллельны между собою, ибо ихъ направленія  $AO, A'O$  (фиг. 6) пересѣкаются въ центрѣ земли. Но такъ какъ центръ земли находится на глубинѣ 6350 километровъ подъ земною поверхностію, то уголъ  $AOA'$  между двумя этими линіями такъ малъ, что ихъ можно считать параллельными. Точно также можно считать параллельными направленія по которымъ тяжесть дѣйствуетъ на разныя точки одного и того же тѣла.

\*) Впрочемъ, только приближенно можно разсматривать землю какъ шаръ; различныя діаметры земли не равны между собою: полярный діаметръ менше діаметра экваторіальнаго на 41 километръ, и точная фигура земли близко подходитъ къ эллипсоиду вращенія около полярной оси. Такимъ образомъ, говоря строго, вертикальныя линіи не пересѣкаются въ центрѣ земли;



Фиг. 7.

§ 4. **Центръ тяжести.** — Нить на которой вѣшается тѣло можетъ быть прикрѣплена къ различнымъ его точкамъ. Вѣшая тѣло послѣдовательно за различныя точки его поверхности и давая ему такимъ образомъ всевозможныя положенія, можно, для всякаго изъ этихъ положеній, найти направленіе равнодѣйствующей силы, къ которой проводится дѣйствіе тяжести. Пусть разсматриваемое тѣло есть однородный шаръ. Не трудно убѣдиться что за какую бы точку поверхности шара мы его ни привѣсили, онъ приметъ такое положеніе что нить на которой онъ привѣшенъ, будучи мысленно продолжена внизъ, пройдетъ чрезъ его центръ.

Не только въ случаѣ шара, а и въ случаѣ вообще всякаго тѣла, линія по направленію которой дѣйствуетъ равнодѣйствующая тяжести проходитъ во всѣхъ возможныхъ положеніяхъ тѣла черезъ одну точку. Эта точка называется *центромъ тяжести*.

На опытѣ справедливость этого положенія легко оправдать въ случаѣ, достаточно впрочемъ общемъ, *плоскаго тѣла малой толщины* (еслибы мы взяли тѣло произвольной толщины, то было бы затруднительно на опытѣ означить *внутри* тѣла продолженіе нити). Возьмемъ листъ картона и вырѣжемъ изъ него ножницами произвольную фигуру. Привѣсимъ ее на нити у стѣны, и, приложивъ линейку по направленію нити, начертимъ на картонѣ продолженіе этой нити. Потомъ привѣсимъ картонъ за другую, третью и т. д. точки края и повторимъ то же самое. Найдемъ, что всѣ начертанныя такимъ образомъ линіи (фиг. 8) пересѣкаются въ одной и той же точкѣ  $g$ , которая и

радіусъ *то* дѣлаетъ уголъ съ вертикальною линіею *тв*, перпендикулярною въ малой части поверхности эллипсоида (къ касательной плоскости). Вертикальныя линіи соответствующія точкамъ земли лежащимъ въ концахъ одного и того же діаметра *тм'* не совпадаютъ между собою. Антиподы въ строгомъ смыслѣ существуютъ только для полюсовъ и для экватора.