

Н. Шиллер

Основания физики

Часть 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
Н11

Н11 **Н. Шиллер**
Основания физики: Часть 1 / Н. Шиллер – М.: Книга по Требованию, 2017. –
366 с.

ISBN 978-5-458-49841-8

Кинематика. Принципы динамики. Статика и кинетика твердого тела.

ISBN 978-5-458-49841-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2017

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2017

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 первоизданном 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.

- § 43. Распределение давлений на плоскостях опоры.
- § 44. Усилия различных частей твердого тѣла относительно другъ друга.

*В) Движеніе твердаго тѣла подь дѣйствиємъ приложенныхъ силъ
(кинетика твердаго тѣла).*

- § 45. Количество движенія, его моментъ, и кинетическая энергія свободной неизмѣняемой системы.
- § 46. Главныя свойства моментовъ инерціи.
- § 47. Неизмѣняемое движеніе свободного твердаго тѣла.
- § 48. Измѣненіе движенія свободного твердаго тѣла.
- § 49. Общія уравненія движенія свободного твердаго тѣла.
- § 50. Движеніе несвободнаго твердаго тѣла.
- § 51. Ударъ свободныхъ абсолютно твердыхъ тѣлъ.



ВВЕДЕНІЕ.



Физика занимается такими явленіями неорганическаго міра, которыя вполнѣ или отчасти могутъ представляться, какъ совокупность извѣстнаго рода движеній. Какъ все то, къ чему мы относимъ названіе тѣла (матеріи), можетъ быть представлено нами не иначе, какъ занимающимъ нѣкоторое пространство, такъ точно явленія въ сущности не могутъ быть иначе мыслимы, какъ въ соотношеніи къ пространству, времени и матеріи, т. е. должны представляться, какъ движенія матеріи. Всякое явленіе мы считаемъ для себя понятнымъ и объясненнымъ, если умѣемъ мысленно разглядѣть въ немъ опредѣленное движеніе. Изученіе явленій есть объясненіе ихъ съ помощію другихъ, болѣе простыхъ, изъ которыхъ простѣйшимъ представляется намъ движеніе. Поэтому основою всѣхъ физическихъ изслѣдованій является разысканіе законовъ того или другаго движенія, или дѣйствительно непосредственно наблюдаемаго, или на основаніи наблюденій опять таки нѣкоторыхъ движеній нами представляемаго. Понятно слѣдовательно, что Механика, наука объ общихъ законахъ движенія матеріальныхъ системъ, должна быть тѣсно связана съ Физикою, и положенія первой науки должны служить исходною точкою для заключеній второй. Однако, хотя предметъ изслѣдованія обѣихъ упомянутыхъ наукъ и есть повидимому одинъ и тотъ-же—движеніе, обѣ онѣ тѣмъ не менѣе никакъ не представляются тождественными, но въ своемъ развитіи и въ своихъ конечныхъ цѣляхъ существенно другъ отъ друга отличаются. Механика изслѣдуетъ воображаемое движеніе, при любыхъ предполагаемыхъ

условіяхъ, которыя въ дѣйствительности могутъ и не наблюдаться. Цельъ Механики установить общіе способы изученія движеній, въ какой-бы формѣ и при какихъ-бы условіяхъ эти послѣднія ни имѣли мѣсто. Поэтому Механика есть наука по преимуществу формальная, строящая свои выводы, какъ Математика, на небольшомъ числѣ основныхъ опредѣленій. Физика изслѣдуетъ условія наблюдаемыхъ существующихъ или предполагаемыхъ существующими движеній, и уже разыскавши упомянутыя условія, дѣлаетъ свои заключенія, основываясь на способахъ Механики. Такимъ образомъ въ основаніи выводовъ Физики лежитъ опытъ и наблюденіе; исходная точка Механики суть опредѣленія. Нѣкоторыми своими областями однако Физика и Механика сливаются въ одну дисциплину. Это имѣетъ мѣсто именно тамъ, гдѣ результаты наблюденій достигаются несложнымъ путемъ, и приводятъ къ одному или нѣсколькимъ простымъ опредѣленіямъ. Въ такомъ случаѣ интересъ физика сосредоточивается не на разысканіи самыхъ условій, но на механическихъ изъ нихъ выводахъ. Такъ напримѣръ, путемъ простыхъ наблюденій мы приходимъ къ заключенію, что твердые тѣла могутъ быть разсматриваемы въ большинствѣ случаевъ, какъ неизмѣняемыя системы по отношенію къ внѣшнимъ силамъ на нихъ дѣйствующимъ, и затѣмъ, пользуясь выводами Механики, относящимися къ неизмѣняемымъ системамъ, заключаемъ о законахъ равновѣсія и движенія этихъ тѣлъ подѣ дѣйствіемъ силъ. Но строго говоря, и въ этомъ примѣрѣ есть нѣкоторая разница между заключеніями Механики и Физики: выводы первой относительно неизмѣняемой системы абсолютно справедливы, ибо основаны на данномъ опредѣленіи свойствъ системы; выводы второй относительно твердыхъ тѣлъ лишь по столько вѣрны, по сколько твердое тѣло можно разсматривать, какъ неизмѣняемую систему.

Что касается до основныхъ началъ и теоремъ, относящихся къ законамъ движенія, то они имѣютъ такую-же важность для Физики, какъ и для Механики, и при изложеніи основаній Физики должны быть разсмотрѣны на первомъ мѣстѣ.

Изученіемъ движенія, какъ переменныя положенія въ пространствѣ неизмѣнныхъ или мѣняющихъ свою форму геометрическихъ комплексовъ, занимается Кинематика, предметъ которой слѣдовательно составляетъ изслѣдованіе соотношеній только между пространствомъ и временемъ, безъ отношенія къ матеріи движущагося тѣла.

Понятіе о движеніи матеріи влечеть за собою представленіе о силахъ, дѣйствующихъ на матерію и обусловливающихъ ея движеніе. Дѣйствіе силъ на матерію изучаетъ Динамика, въ составъ которой входятъ: Статика, рассматривающая дѣйствіе силъ при условіяхъ равновѣсія, и Кинетика, изучающая вліяніе силъ на движеніе.

Въ силу вышесказаннаго изученіе каждаго физическаго явленія, какъ движенія, разбивается на части кинематическую и динамическую.



ГЛАВА I.

УЧЕНІЕ О ДВИЖЕНІИ (КИНЕМАТИКА).

§ 1. Общее понятіе о положеніи точки въ пространствѣ и его измѣненіи.

Самое простое изъ наблюдаемыхъ нами явленій есть движеніе. Подъ движеніемъ мы разумѣемъ измѣненіе положенія движущагося предмета со временемъ. Движущимся мы можемъ представлять себѣ все, что можетъ имѣть определенное положеніе въ пространствѣ. Поэтому понятіе о движеніи приложимо не только къ матеріальнымъ тѣламъ, но и къ геометрическимъ мѣстамъ, занимаемымъ этими тѣлами. Мы можемъ говорить не только о движеніи физическаго тѣла, но и движеніи геометрическаго тѣла, о движеніи поверхности, линіи, точки.

Мы будемъ сперва разсматривать движеніе точки, какъ самое простое и заключающееся необходимо во всякомъ другомъ движеніи. Чтобы перейти отъ движенія точки къ движенію другихъ геометрическихъ комплексовъ, мы должны разсмотрѣть или движеніе всѣхъ точекъ, составляющихъ упомянутый комплексъ, или перемѣщеніе только его нѣкоторыхъ точекъ. Во всякомъ случаѣ изученіе всякаго движенія сведется къ изученію движенія отдѣльныхъ точекъ.

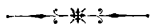
Движеніе точки намъ вполне извѣстно, когда мы знаемъ форму пути, который она описываетъ при своемъ перемѣщеніи, и ту длину, которую движущаяся точка проходитъ по этому пути въ любой промежутокъ времени, при чемъ длина считается отъ даннаго извѣстнаго пункта на пути точки. Путь точки при ея перемѣщеніи называется траекторіею точки. Другими словами можно также сказать, что намъ

тогда известно движение точки, когда мы можем определить ее положение въ пространствѣ для каждаго момента времени.

Способъ опредѣленія положенія точки въ пространствѣ вытекаетъ изъ самаго понятія о геометрической точкѣ. Первообразное геометрическое представленіе есть представленіе о геометрическомъ тѣлѣ, т. е. о пространствѣ занимаемомъ подлежащими наблюденію физическими тѣлами. Границы, раздѣляющія геометрическія тѣла, мы называемъ поверхностями; границу поверхностей или мѣста ихъ взаимнаго пересѣченія—линіями. Подъ точкою мы подразумѣваемъ мѣсто пересѣченія двухъ какихъ либо линий, или линіи и поверхности, или трехъ поверхностей. Такимъ образомъ представленіе о положеніи точки во всякомъ случаѣ вытекаетъ изъ представленія о нѣкоторыхъ пересѣкающихся поверхностяхъ, число которыхъ должно быть по крайней мѣрѣ три.



Примѣчаніе. Вышеупомянутое опредѣленіе положенія движущейся точки данною ея траекторіею и длиною пройденнаго пути сводится точно также къ опредѣленію съ помощію пересѣкающихся данныхъ поверхностей. Дѣйствительно, траекторія (вообще нѣкоторая кривая линія) опредѣляется пересѣченіемъ двухъ данныхъ поверхностей. Что-же касается до длины, отмѣриваемой вдоль по траекторіи для нахождения на ней положенія движущейся точки въ данный моментъ времени, то это отмѣриваніе можетъ быть произведено непосредственно только въ случаѣ прямой линіи. Отложить-же данную длину вдоль по кривой линіи (напр. по кругу) мы не можемъ съ помощію непосредственнаго совмѣщенія прямой, представляющей данную единицу длины, и измѣряемой кривой. Мы должны при этомъ вычислить, между какими двумя точками кривая будетъ имѣть данную длину; эти точки опредѣлятся, какъ пересѣченія данной кривой съ какими нибудь поверхностями.



Въ большинствѣ случаевъ представляется наиболѣе удобнымъ опредѣлять точку, какъ пересѣченіе трехъ плоскостей, проведенныхъ на извѣстныхъ разстояніяхъ отъ трехъ заранѣе данныхъ и опредѣленныхъ плоскостей, и параллельно этимъ послѣднимъ. Упомянутыя данныя плоскости, относительно которыхъ опредѣляется положеніе какой нибудь точки, называются плоскостями координатъ, и притомъ — прямоугольныхъ, когда плоскости взаимно перпен-

дикулярны, и—косоугольныхъ, когда плоскости пересѣкаютъ другъ друга подъ косыми углами. На рисунокѣ мы видимъ плоскости XYZ косоугольныхъ и $X'Y'Z'$ прямоугольныхъ координатъ, пересѣкающіяся другъ съ другомъ по

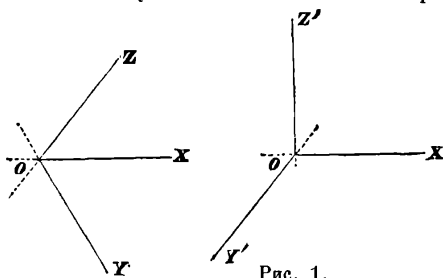


Рис. 1.

линіямъ OX , OY , OZ , OX' , OY' , OZ' , которыя называются косоугольными или прямоугольными осями координатъ. Точка пересѣченія осей координатъ O называется началомъ координатъ *).

На оси OX отложимъ длину $Ox = a$ (рис. 2) и проведемъ черезъ точку x плоскость, параллельную плоскости YOZ ; на оси OY отложимъ длину $Oy = b$ и проведемъ черезъ точку y плоскость, параллельную плоскости ZOX ; точно также на разстояніи $Oz = c$ по оси OZ проведемъ плоскость, параллельную плоскости XOY . Пересѣченіе упомянутыхъ трехъ плоскостей, данныхъ тремя разстояніями a , b , c , опредѣлитъ положеніе нѣкоторой точки A , которая можетъ быть разсматриваема, какъ вершина угла параллелепипеда (косоугольного или прямоугольного), ребра котораго суть a , b , c . Эти

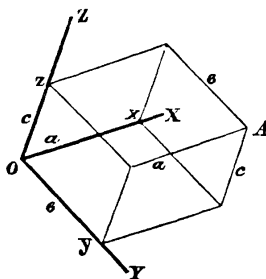


Рис. 2.

длины, опредѣляющія вполне положеніе точки A относительно трехъ данныхъ плоскостей, называются координатами точки A и обозначаются вообще буквами x , y , z , соответственно тѣмъ осямъ, по которымъ онѣ откладываются. Способъ опредѣленія положенія точки съ помощью координатъ вытекаетъ непосредственно изъ нашего представленія о геометрической точкѣ.

Чтобы представить себѣ точку мы должны вообразить тѣ части какой либо линіи, которыя она другъ отъ друга отдѣляетъ; но самая линія можетъ намъ представляться не иначе, какъ границей между нѣкоторыми поверхностями, которыя въ свою очередь должны ограничивать какое нибудь тѣло. Слѣдовательно точка является намъ, какъ атрибутъ, связанный съ первообразнымъ представленіемъ о геометрическомъ тѣлѣ. Чтобы указать на точку, мы

*) На рисунокѣ 1 линіи OX и OZ соответственно OX' и OZ' лежатъ въ плоскости рисунка, линіи OY и OY' выходятъ изъ плоскости рисунка, и кромѣ того OY' къ этой послѣдней перпендикулярна.

должны прежде всего указать на некоторое тѣло, съ опредѣленною пограничною поверхностію; за тѣмъ—на части этой поверхности; наконецъ—на части границъ между поверхностями, т. е. части линіи, которыя и отдѣляются другъ отъ друга точкою. Употребляя координаты тѣмъ способомъ, какъ было указано выше, мы для опредѣленія точки представляемъ себѣ некоторое тѣло въ видѣ параллелепипеда, одна изъ вершинъ угловъ котораго указываетъ намъ на опредѣленную геометрическую точку. Измѣняя мысленно размѣры параллелепипеда, мы попадаемъ упомянутою вершиною въ различныя мѣста пространства и указываемъ на различныя точки. И такъ, обозначеніе $x = a$ представляетъ, что вдоль по оси OX (или оси x —овъ) должна быть отложена длина a и проведена плоскость, параллельная YOZ ; точно также $y = b$ относится къ длинѣ, откладываемой по оси OY и къ плоскости, параллельной ZOX , и т. д. Три уравненія

$$x = a, \quad y = b, \quad z = c$$

опредѣляютъ точку.

Одно уравненіе

$$x = a,$$

какъ мы видѣли, соответствуетъ плоскости, параллельной YOZ . Дѣйствительно, оно опредѣляетъ всѣ точки, которыя отстоятъ по оси x —овъ на длину a отъ плоскости YOZ ; а такія точки принадлежатъ плоскости.

Два уравненія

$$x = a, \quad y = b$$

опредѣляютъ точки, принадлежащія двумъ плоскостямъ,

одной $x = a$ и другой $y = b$,

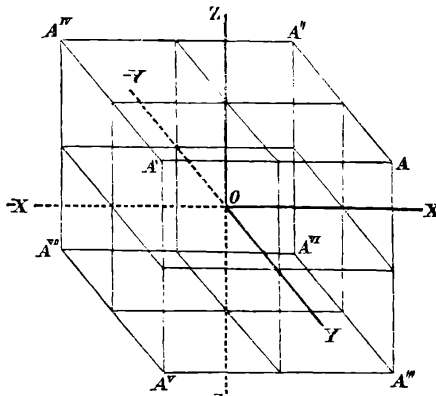


Рис. 3.

слѣдовательно представляютъ линію пересѣченія двухъ плоскостей параллельныхъ YOX и XOZ .

Наконецъ три уравненія опредѣляютъ точку принадлежащую тремъ плоскостямъ, т. е. единственно точку ихъ пересѣченія.

Такимъ образомъ различныя величины координатъ x , y , z опредѣляютъ различныя точки, лежащія въ трехгранномъ углу XYZ (рис. 3). Точки, лежащія