

ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКІЙ СЛОВАРЬ

Русскаго Библиографическаго Института

Бр. А. и И. Гранатъ и К^о.

СЕДЬМОЕ, СОВЕРШЕННО ПЕРЕРАБОТАННОЕ ИЗДАНИЕ,

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

проф. Ю. С. Гамбарова, проф. В. Я. Желѣзнова, проф. М. М. Ковалев-
скаго, проф. С. А. Муромцева (†) и проф. К. А. Тимирязева.

Томъ XLII.

Тяготѣніе—Фалеріи.

Lexicographis secundus post Herculem labor
(Скализгеръ).

Важнѣйшія статьи XLII тома.

Столб.

| | |
|--|------|
| Тяготѣніе и тяжесть — А. І. Бачинскаго | 1 |
| Уайльдъ — В. М. Фриче | 9 |
| Уаттъ — А. І. Бачинскаго | 16 |
| Углекислота — А. А. Байкова | 34 |
| Углеродъ — А. А. Байкова | 39 |
| Уголовное право — М. П. Чубинскаго | 43 |
| Угорская Русь — В. И. Пичеты | 52 |
| Угри — Л. С. Берга | 54 |
| Ударъ — А. І. Бачинскаго | 62 |
| Удѣльная система — Н. А. Рожкова | 69 |
| Уильстеръ — Н. Г. Тарасова | 89 |
| Украина | 96 |
| Украинскій языкъ — А. Е. Крымскаго | 96 |
| Исторія — М. С. Грушевскаго | 119 |
| Украинская литература — С. А. Ефремова | 210 |
| Украина Московскаго государства — Н. А. Рожкова | 264 |
| Уложеніе царя Алексѣя Михайловича — Н. А. Рожкова | 280 |
| Умовъ — А. І. Бачинскаго | 294 |
| Умъ — И. Г. Оршанскаго | 298 |
| Универсальный методъ — Е. С. Федорова | 312 |
| Университетъ — В. А. Вагнера | 317 |
| Унія — С. А. Корфа | 365 |
| Унія церковная — В. И. Пичеты | 373 |
| Уоллэсъ — М. М. Нечаева | 388 |
| Упанишадъ — П. Г. Риттера | 406 |
| Управленіе — М. А. Рейснера | 409 |
| Упругость — П. А. Велихова | 439' |
| Уральскій хребетъ — Л. С. Берга | 444 |
| Условное осужденіе — М. Н. Гернета | 468 |
| Усоногіе — Г. А. Кожевникова | 472 |
| Успенскій — И. Н. Игнатова | 475 |
| Утилитаризмъ — В. Н. Ивановскаго | 488 |
| Утомленіе почвъ — И. В. Якушкина | 506 |
| Ухо — М. М. Рессера | 512 |
| Учредительное собраніе — М. А. Рейснера | 546' |
| Учрежденія по охранѣ дѣтства — М. Н. Гернета | 546 |
| Ушинскій — И. М. Соловьева | 563 |
| Ушныя болѣзни — М. М. Рессера | 572 |
| Уѣздъ — Н. А. Рожкова | 582 |
| Фабричная промышленность — М. И. Туганъ-Барановскаго | 598 |



2007044801

ТЯГОТѢНІЕ и ТЯЖЕСТЬ.

Тяготѣніе и тяжесть. Тяготѣніемъ назыв. то взаимное притяженіе, которое обнаруживается между всѣми тѣлами природы и подчиняется закону, открытому Ньютономъ: два тѣла или двѣ какія бы то ни было матеріальныя частицы съ массами m и m' , находящіяся другъ отъ друга на разстояніи r , весьма большомъ сравнительно съ ихъ размѣрами, дѣйствуютъ другъ на друга притягательною силою f , направленною по линіи, ихъ соединяющей; величина этой силы выражается формулою:

$$f = G \frac{mm'}{r^2}, \quad (1)$$

при чемъ G есть коэффициентъ пропорціональности, зависящій только отъ тѣхъ единицъ, въ которыхъ измѣряются массы m и m' , разстояніе r и сила f . Этотъ коэффициентъ численно равенъ той силѣ, съ которою тяготеютъ другъ къ другу двѣ массы, равныя единицѣ и находящіяся на единичѣ разстоянія другъ отъ друга; онъ называется *гравитационною постоянной*. Если измѣрять m и m' въ граммахъ, r въ сантиметрахъ, f въ динахъ, то числовое значеніе G будетъ $6,667 \times 10^{-8}$. — Если тяготеющія другъ къ другу тѣла имѣютъ шарообразную форму и состоятъ изъ концентрическихъ однородныхъ слоевъ, то взаимодѣйствіе ихъ (на всякихъ разстояніяхъ) совершается такъ, какъ если бы масса каждаго тѣла была сосредоточена въ его центрѣ. — Въ установленіи закона всемірнаго тяготѣнія сыграло весьма большую роль данное Ньютономъ доказательство того факта, что *тяжесть*,

или сила вѣса земныхъ тѣлъ, съ одной стороны, и сила, удерживающая луну на ея орбитѣ, съ другой стороны, суть частные виды одной и той же силы тяготѣнія. Это доказательство состоитъ въ слѣд.: тѣло, находящееся на земной поверхности (т. е. на разстояніи земнаго радіуса отъ центра земли), стремится падать съ ускореніемъ $9,8 \frac{m}{sec^2}$; луна же, отстоящая отъ земли приблиз. на 60 земныхъ радіусовъ, имѣетъ, въ своемъ круговомъ движеніи около земли, „центростремительное“ ускореніе, равное $0,0027 \frac{m}{sec^2}$. Отношеніе $0,0027:9,8$ равняется отношенію $1^2:60^2$; так. обр. ускоренія камня и луны, а слѣд., и пропорціональныя этимъ ускореніямъ силы притяженія къ землѣ, оказываются въ обратномъ отношеніи съ квадратами ихъ разстояній отъ центра земли, какъ и слѣдуетъ по формулѣ (1). — *Опредѣленіе ускоренія силы тяжести.* Мѣрою напряженія силы тяжести на земномъ шарѣ служитъ то ускореніе g , съ которымъ тѣла стремятся падать на землю (въ пустотѣ). Точнѣйшимъ приборомъ для измѣренія этого ускоренія служатъ маятники; наблюдаютъ періодъ колебанія маятника и отсюда вычисляютъ g . Изъ наблюденій, подтверждаемыхъ теоріей, найдено, что сила тяжести на землѣ измѣняется съ высотой и съ широтою. Если обозначимъ $g_{\varphi,0}$ ускореніе тяжести подъ широтою φ на уровнѣ моря, $g_{\varphi,h}$ — ускореніе тяжести подъ тою же широтою на высотѣ h метровъ надъ уровнемъ моря, то

$$g_{\varphi,h} = g_{\varphi,0} (1 - 0,000\,0003\,h).$$

Отсюда видно, что килограммовый грузъ

*) Въ астрономіи за единицы длины, массы и времени принимаются: среднее разстояніе отъ Солнца до Земли, масса Солнца и средняя сутки; при этихъ единицахъ $G = 295,91 \times 10^{-6}$; эта величина въ астр. обозначается k^2 .

при поднятіи на 1 метръ становится легче на 0,3 миллиграмма. По мѣрѣ приближенія отъ полюсовъ къ экватору ускореніе силы тяжести уменьшается вслѣдствіе двухъ причинъ: 1) вслѣдствіе вращенія земли (получаемое при этомъ тѣлами центробежное ускореніе вычитается изъ ускоренія, соответствующаго силѣ тяготѣнія; остатокъ соответствуетъ наблюдаемому ускоренію); 2) вслѣдствіе того, что земля имѣетъ форму не шара, но — точнѣе — эллипсоида, сплюснутаго у полюсовъ. Результатъ обоихъ вліяній передается формулою:

$$g_{\varphi,0} = g_{0,0} \left(1 + \frac{1}{190} \sin^2 \varphi\right), \quad (2)$$

при чемъ ускореніе тяжести на экваторѣ

$$g_{0,0} = 9,780 \frac{m}{sec^2}.$$

Для полюса формула (2) даетъ $g_{90,0} = 9,832$.

Так. обр. мы видимъ, что вѣсъ тѣла на полюсѣ приблизительно на $\frac{1}{2}\%$ больше, чѣмъ вѣсъ того же тѣла на экваторѣ. Въ слѣдующей таблицѣ указаны значенія g для нѣкоторыхъ пунктовъ въ предѣлахъ Россіи:

| | |
|----------------------|-------------------------|
| Петроградъ | 9,819 $\frac{m}{sec^2}$ |
| Москва | 9,816 " |
| Одесса | 9,807 " |
| Ташкентъ | 9,801 " |

Сравненіе наблюдаемыхъ значеній g съ „нормальными“ значеніями, вычисляемыми на основаніи извѣстныхъ теоретическихъ предположеній относительно формы земли, показываетъ, что въ различныхъ пунктахъ земли имѣются болѣе или менѣе замѣтныя отклоненія отъ нормальнаго распредѣленія величины (*аномалии*). Такъ, надъ континентальными горными массивами наблюдаемое g оказывается обыкновенно слишкомъ малымъ, между тѣмъ въ береговомъ поясѣ и на неглубокомъ морѣ, близъ береговъ, а также на островахъ среди глубокаго моря g бываетъ болѣе нормальной величины. Бываютъ также чисто-мѣстныя аномалии, обусловливаемыя, повидимому, большими залежами породъ, болѣе тяжелыхъ или болѣе легкихъ, чѣмъ остальная земная кора, или же наличностью подземныхъ пустотъ. Аномалиямъ подлежитъ не только величина, но и направленіе силы тяжести: такъ, отвѣсная линія испытываетъ укло-

неніе въ сторону большихъ горъ (рис. 1) и вообще большихъ массъ. Это отклоне-

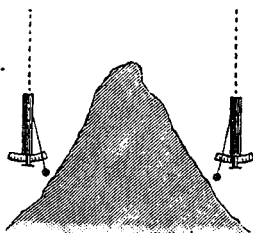


Рис. 1.

ніе можно констатировать и измѣрить, опредѣляя координаты одной и той же звѣзды изъ двухъ пунктовъ, находящихся по разнымъ сторонамъ горы. У подшвы Кавказскаго хребта, во Владикавказѣ, такое отклоненіе достигаетъ $35''{,}8$; въблизи Хеопсовой пирамиды также замѣтно отклоненіе подобнаго рода. Особенности геологическаго строенія мѣстности (присутствіе болѣе плотныхъ породъ, подземныя пустоты) оказывають свое вліяніе на направленіе отвѣсной линіи. Изъ аномалій, относящихся сюда, замѣчательна московская: отвѣсъ въ самой Москвѣ отклоненъ на $10''{,}6$ къ сѣверу. — *Опредѣленіе гравитационной постоянной G имѣетъ весьма важное значеніе, м. пр., въ слѣд. отношеніяхъ:* 1) зная G , g и размѣры земли, можемъ вычислить массу земли и среднюю плотность ея; 2) зная массу земли, можно опредѣлить массу другихъ планетъ и массу солнца. — Для опредѣленія G существуетъ рядъ способовъ; изъ нихъ упомянемъ нѣкоторые, наиболѣе извѣстные. 1) Способъ отклоненія отвѣсной линіи дѣйствіемъ горъ. Въ этомъ способѣ нужно по размѣрамъ горы и по плотности составляющихъ ее горныхъ породъ опредѣлять, въ какомъ отношеніи находится притяженіе, оказываемое ею на уровень, которымъ опредѣляется отвѣсная линія, къ притяженію, которое производитъ земля на тотъ же уровень. Но такое опредѣленіе возможно лишь съ малою степенью точности. 2) Способъ крутильных вѣсовъ. На концахъ коромысла крутильных вѣсовъ помѣщаются маленькіе шарики A и B (рис. 2); два массивныхъ шара C и D , которые могутъ быть переведены въ

положеніе CD' , помѣщаются рядомъ; по отклоненію коромысла опредѣляется си-

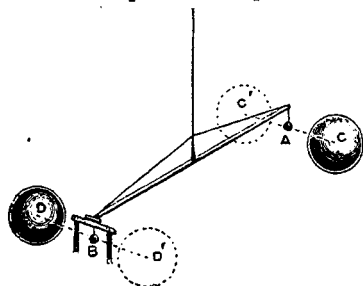


Рис. 2.

ла притяженія между шариками A и B и массивными шарами. Этотъ опытъ былъ впервые произведенъ Кавендишемъ, 3) Способъ обыкновенныхъ вѣсовъ. На чашки вѣсовъ кладутъ равные грузы m и m ; затѣмъ подъ одну изъ чашекъ подкатываютъ массивный шаръ M . Наблюдаемое отклоненіе вѣсовъ служить мѣрою взаимодѣйствія массы m и M . — *Результаты измѣреній.* Изъ опредѣленной величины G , произведенныхъ различными методами, получается среднее значеніе $G=6,667 \cdot 10^{-8}$ абсолютныхъ единицъ CGS. Отсюда легко опредѣлить среднюю плотность земли. Пусть m будетъ масса какого-нибудь тѣла, находящагося на поверхности земли; мы имѣемъ два выраженія для силы притяженія f этого тѣла къ землѣ; съ одной стороны $G \frac{Mm}{R^2}$, гдѣ M —масса земли, R —ея радиусъ (земля принимается здѣсь за шаръ), съ другой стороны mg , гдѣ g —ускореніе силы тяжести. Замѣчая, что $M=\frac{4}{3}\pi R^3 \Delta$, гдѣ Δ —средняя плотность земли, и приравнивая другъ другу оба выраженія для f , получаемъ $\Delta = \frac{3g}{4\pi GR}$. Отсюда для Δ получаемъ наиболѣе вѣроятное значеніе 5,52. Такъ обр. средняя плотность земли оказывается приблизительно вдвое больше, чѣмъ плотность горныхъ породъ, составляющихъ извѣстные намъ поверхностные слои земли. Это указываетъ на присутствіе внутри земли очень плотнаго—по всей вѣроятности, желѣзнаго или желѣзно-никелеваго—ядра. Для массы земли получается число $6,10^{21}$ тоннъ.—

Степень точности закона Ньютона. Многие физическіе законы подвергались провѣркѣ въ столь обширномъ масштабѣ, какъ законъ тяготѣнія—отъ взаимодѣйствія крупнѣйшихъ небесныхъ тѣлъ (см. небесная механика) до притяженія металлическихъ шариковъ діаметромъ не болѣе $2\frac{1}{4}$ дюйма (опыты Бойса по способу крутильных вѣсовъ). Вся совокупность этихъ наблюдений и опытовъ приводитъ къ выводу о чрезвычайной точности, съ какою законъ Ньютона соблюдается въ природѣ. Въ частности, объ этомъ свидѣлствуетъ возможность предсказывать на основаніи этого закона новые научные факты: сюда относится знаменитое предвычисленіе орбиты и массы Нептуна (см.). Тѣмъ не менѣе существуютъ случаи, гдѣ вычисления, произведенныя на основаніи закона Ньютона, нѣсколько расходятся съ наблюденіями. Наиболѣе крупный случай такого расхожденія обнаруживается въ движеніи перигелія планеты Меркурій (еще: въ движеніи узла орбиты Венеры, въ движеніи перигелія Марса и др.). Различными учеными былъ предпринятъ рядъ теоретическихъ попытокъ измѣнить форму закона Ньютона такимъ образомъ, чтобы это расхожденіе было устранено. Наиболѣе удачная изъ этихъ попытокъ принадлежитъ Герберу, который исходилъ изъ предположенія, что притягательное дѣйствіе одной массы на другую требуетъ извѣстнаго времени для своей передачи черезъ пространство, раздѣляющее эти массы; откуда слѣдуетъ, что притяженіе движущихся тѣлъ должно происходить по видоизмѣненному закону, сравнительно съ притяженіемъ тѣлъ покоящихся: въ выраженіе закона тяготѣнія двухъ массъ должна входить ихъ относительная скорость. Герберъ пришелъ къ замѣчательному результату, что расхожденіе въ случаѣ движенія перигелія Меркурія устраняется вполне, если предположить, что скорость распространенія силы тяготѣнія равняется скорости свѣта ($300.000 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$). См. также планеты и луна.—

Попытки объясненія силы тяготѣнія. Тяготѣніе остается до сихъ поръ одною изъ наиболѣе таинственныхъ силъ природы, несмотря на то, что многими