

УЧЕБНИКЪ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ и ФИЗИЧЕСКОЙ
ГЕОГРАФИИ,

21/79

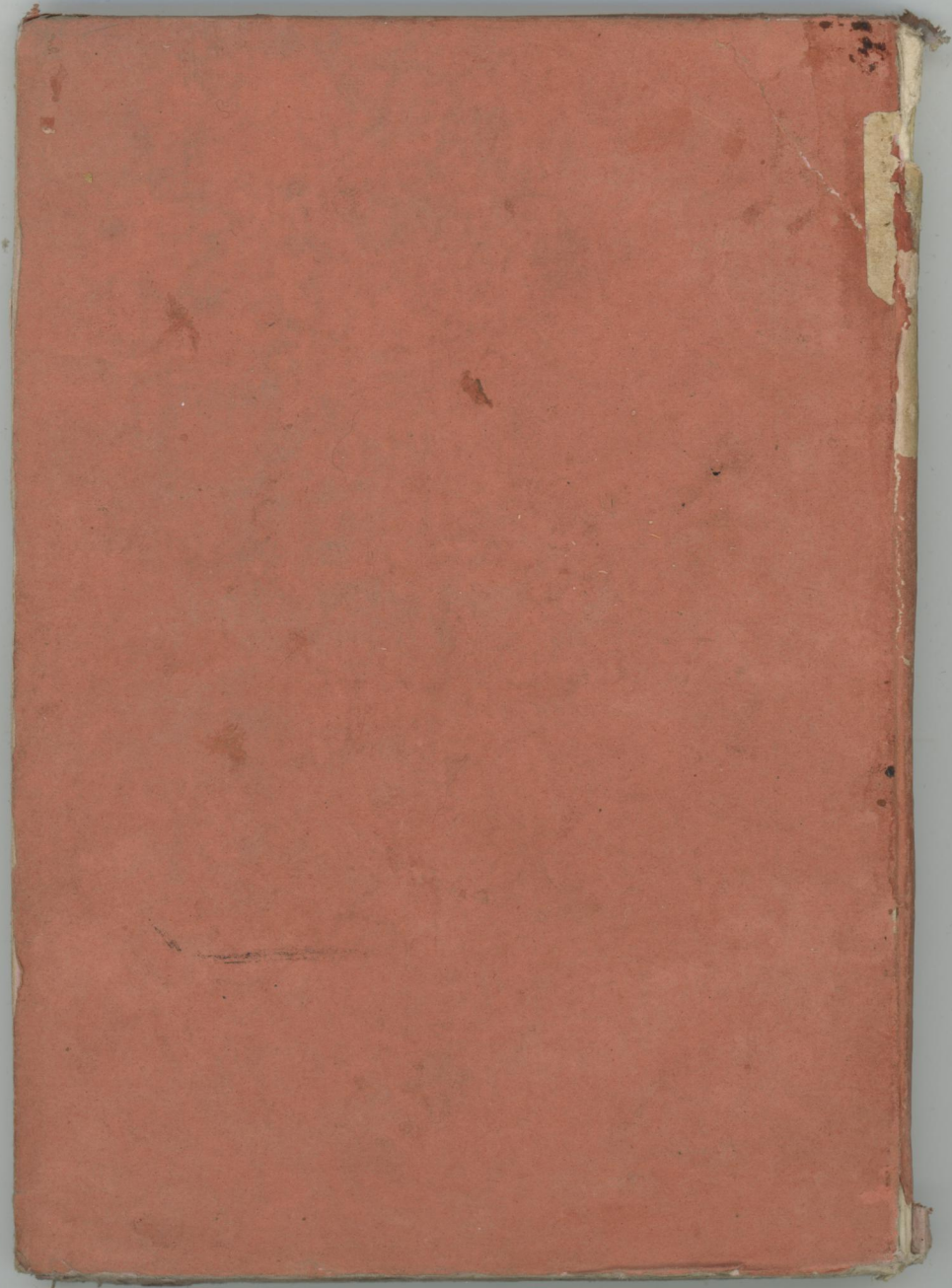
СОСТАВЛЕННЫЙ

въ объемѣ Гимназическаго курса

А. Соколовскаго.

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ.

КІЕВЪ.
Въ типографіи Е. Я. Федорова.
1869.



78

1

Возвратите книгу не позже
обозначенного здесь срока

ИЗЪ БИБЛІОТЕКИ
Н. МАКЛАКОВА

№

1184

ГЕОГРАФИИ

СОСТАВЛЕНА

ПО ОБЩЕМУ РУССКОМУ КУРСУ

[Faint stamp or mark]

ВЪЗРАСТЪ

1884



}

2. 13
11. 7

L. 811



Page 11

n.

~~9.10.2~~
~~C-58~~
УЧЕБНИКЪ

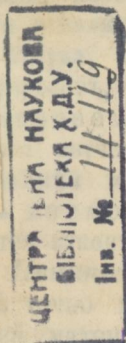
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ

ГЕОГРАФИИ,

СОСТАВЛЕННЫЙ

ВЪ ОБЪЕМѢ Гимназическаго курса

А. Соколовымъ.



ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ.

пересмотрено
ДНБ 1939



КИЕВЪ.

Въ типографіи Е. Я. Федорова.

1869.

58

~~410.2~~
~~622~~

АЛЕКСАНДР

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ

ЛЕВОТЪАФИН

ГОСТИНИЦА

ЛЕВОТЪАФИН

Дозволено цензурою 19 июля 1869 года.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ



1869
1869

ПРОКУРАТОРСТВО
УДАЛЕНА

В. Н. Корсаков

1869

1869

28

І. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФІЯ.

§ 1. Землю можно разсматривать какъ небесное тѣло, вращающееся въ міровомъ пространствѣ. Слѣдотательно, чтобы составить себѣ ясное понятіе о землѣ, какъ части мірозданія, надо знать, какую она имѣетъ форму, величину, положеніе и движеніе во вселенной, а также объяснить тѣ явленія, которыя происходятъ на земной поверхности и зависятъ отъ этого движенія.

Наука, занимающаяся рѣшенемъ всѣхъ этихъ вопросовъ, называется математическою или астрономическою географіею. Для основательнаго изученія математической географіи, надо, по крайнѣй мѣрѣ въ общихъ чертахъ, познакомиться съ космографіею—наукою, въ которой излагаются законы устройства вселенной.

Примѣчаніе. Такъ какъ міровые законы исполнѣ точно могутъ быть выведены при помощи высшей математики и астрономическихъ наблюдений, то, собственно говоря, обстоятельное изложеніе космографіи въ элементарномъ курсѣ едвали возможно. Поэтому мы укажемъ только на основные законы устройства вселенной, не прибѣгая къ ихъ точному доказательству.

§ 2. Безпредѣльное міровое пространство наполнено безчисленнымъ множествомъ небесныхъ тѣлъ. Эти тѣла раздѣляются: 1) на неподвижныя звѣзды, 2) планеты и 3) кометы.

1) Неподвижныя звѣзды суть такія тѣла, относительное положеніе которыхъ на сводѣ небесномъ не измѣняется или, лучше сказать, измѣняется такъ медленно, что замѣтить это измѣненіе можно только при помощи точныхъ и продолжительныхъ астрономическихъ наблюденій. Кромѣ того, неподвижныя звѣзды — тѣла свѣтящіяся, удаленныя отъ насъ на чрезвычайно большое разстояніе: самая ближайшая къ намъ неподвижная звѣзда — солнце — отстоитъ отъ земли почти на 20 милліоновъ географическихъ миль.

Примѣчаніе. Невороуженнымъ глазомъ въ средней Европѣ можно видѣть до $3\frac{1}{2}$ тысячъ неподвижныхъ звѣздъ, а вообще изъ всѣхъ точекъ земной поверхности до 5,000, — при помощи же телескоповъ ихъ можно видѣть до 70 милліоновъ.

Неподвижныя звѣзды по своему блеску раздѣляются на звѣзды первой, второй, третьей и т. д. до шестнадцатой величины. Безъ помощи телескопа можно различать неподвижныя звѣзды только до шестой величины включительно. — Неподвижныя звѣзды бываютъ еще: 1) сложныя, 2) періодическія, 3) временныя и 4) цвѣтныя.

1) Сложныя звѣзды суть такія, которыя представляются невооруженному глазу въ видѣ одиночныхъ звѣздъ, но при тщательномъ разсмотрѣніи ихъ въ телескопъ оказывается, что они состоятъ изъ двухъ или трехъ звѣздъ.

2) Яркость свѣта періодическихъ звѣздъ по-

стоянно измѣняется — то увеличивается, то уменьшается; напр. звѣзда Mira Ceti иногда достигаетъ блеска звѣзды 2-й величины, потомъ яркость ея до того уменьшается, что она становится звѣздой 11 или 12 величины; затѣмъ блескъ ея опять возрастаетъ и т. д. Время, въ которое совершается полный періодъ увеличенія и уменьшенія яркости звѣзды Mira Ceti = 331 сутк. и 20-ти часамъ.

3) Временныя звѣзды внезапно появляются на небѣ и потомъ снова исчезаютъ. Напр. въ 1572 году появилась яркая звѣзда: блескъ ея въ первый мѣсяцъ послѣ появленія постоянно увеличивался, затѣмъ началъ уменьшаться и чрезъ 16 мѣсяцевъ звѣзда исчезла.

4) Цвѣтныя звѣзды имѣютъ различный цвѣтъ. Они бываютъ бѣлаго, синеватаго, желтоватаго и др. цвѣтовъ; напр. Спиріусъ имѣетъ бѣлый цвѣтъ, Прокционъ — желтоватый.

Для удобства наблюденій, астрономы дѣлятъ неподвижныя звѣзды на группы или созвѣздія, которымъ даны различныя, совершенно произвольныя названія. Число видимыхъ въ Европѣ созвѣздій простирается до 60-ти.

II) Планеты (блуждающія звѣзды) названы такъ потому, что ихъ относительное положеніе на сводѣ небесномъ постоянно измѣняется, и древніе астрономы, замѣтившіе это явленіе, не могли объяснить себѣ законовъ, по которымъ оно совершается.

Планеты суть тѣла темныя, свѣтящіяся отраженнымъ отъ солнца свѣтомъ; разстояніе ихъ отъ земли, сравнительно съ разстояніемъ отъ нея неподвижныхъ звѣздъ, не велико.

III) Кометы (волосатая тѣла) представляются взору наблюдателя въ видѣ звѣзды съ оной или нѣсколькими свѣтлыми полосами. Звѣзда обыкновенно называется ядромъ кометы, а свѣтлыя полосы — хвостами.

Кометы, также какъ и планеты, тѣла темныя и свѣтять отраженнымъ отъ солнца свѣтомъ.

Примѣчаніе. Бѣлая туманная полоса, раздѣляющая все звѣздное небо на двѣ неравныя части, называется млечнымъ путемъ. Галилей первый, при помощи телескопическихъ наблюдений, доказалъ, что млечный путь состоитъ изъ скопленія безчисленнаго множества звѣздъ. Кромѣ млечнаго пути, въ ясную, безлунную ночь въ телескопъ можно наблюдать еще множество другихъ туманныхъ пятенъ. Большая часть туманныхъ пятенъ, открытых Гершелемъ, который специально занимался этимъ предметомъ, имѣютъ форму овальную и, при почти однообразномъ блескѣ, довольно рѣзко очерчены. По причинѣ своего сходства съ видомъ планетъ, они называются планетными туманами. Въ срединѣ нѣкоторыхъ туманныхъ пятенъ замѣчается свѣтлая точка, похожая на звѣзду, почему такія пятна называются туманными звѣздами.

Вообще, слѣдуя Гершелю, туманные пятна можно раздѣлить на два класса: однѣ изъ нихъ, помощью сильныхъ телескоповъ, разлагаются на отдѣльныя звѣзды,—другія же, ни при какомъ увеличеніи, на отдѣльныя звѣзды не разлагаются. Вѣроятно, что неразлагаемая туманная пятна состоятъ изъ весьма разрѣженной, тумано-подобной

матеріи, которая, сгущаясь мало-по-малу, образуетъ звѣзды.

§ 3. Ближайшая къ намъ неподвижная звѣзда—солнце—есть центральное тѣло, вокругъ котораго обращается множество небесныхъ тѣлъ. Оно вмѣстѣ съ тѣлами, обращающимися вокругъ него, составляетъ солнечную систему. Есть основаніе думать, что каждая неподвижная звѣзда служить средоточіемъ особой системы. Но несмотря на все совершенство устройства нашихъ телескоповъ, мировое пространство столь громадно, что для взора любознательнаго астронома доступна только самая незначительная часть его, и свѣдѣнія наши о другихъ системахъ небесныхъ тѣлъ весьма скудны. Поэтому мы ограничимся только краткимъ описаніемъ солнечной системы и тѣхъ законовъ, которыми она подчинена.

§ 4. Къ солнечной системѣ принадлежать: 1) Солнце — центральное тѣло, 2) 8 большихъ планетъ и 79 малыхъ или астероидовъ и 3) множество кометъ; кромѣ того, спутники планетъ, число которыхъ=23, болиды и аэролиты.

§ 5. Солнце, какъ доказано англійскимъ астрономомъ В. Гершелемъ, есть неподвижная звѣзда, принадлежащая къ млечному пути; знакъ его—; разстояніе отъ земли круглымъ числомъ = 20 миліоновъ географ. миль; діаметръ въ 11 разъ больше діаметра земли или=190,000 г. мил.; поверхность его въ 12600 разъ больше поверхности земли; объемъ въ 1,407,124 раза больше объема земли; плотность = 1,37, принимая плотность воды за единицу.—Хотя солнце есть центральное тѣло, вокругъ котораго обращаются всѣ небесныя тѣла

нашей системы, тѣмъ неменѣе оно не сохраняетъ своего неизмѣннаго положенія, но имѣетъ два движенія: одно поступательное по направленію къ созвѣздію Геркулеса, другое вкругъ своей оси, совершающееся въ 25¹/₃ сутокъ.

Примѣчаніе 1-е На поверхности солнца замѣчаются темныя и свѣтлыя пятна различной величины и формы. Эти пятна находятся въ постоянномъ движеніи. Обыкновенно они появляются у восточнаго края видимаго солнечнаго диска и движутся по направленію къ западу; затѣмъ на нѣкоторое время исчезаютъ и потомъ снова появляются на его восточномъ край. Наблюденія надъ перемѣщеніемъ солнечныхъ пятенъ привели астрономовъ къ тому убѣжденію, что солнце, подобно другимъ небеснымъ тѣламъ, вращается около своей оси и имѣетъ форму шарообразную.

Чтобы объяснить явленіе темныхъ и свѣтлыхъ пятенъ, замѣчаемыхъ на поверхности видимаго солнечнаго диска, мы должны сказать нѣсколько словъ относительно физическаго строенія солнца.

По мнѣнію Вильяма Гершеля, солнце состоитъ изъ темнаго ядра, окруженнаго тремя оболочками или атмосферами. Первая изъ этихъ атмосферъ, подобная нашей, — облачная, имѣетъ свойство отражать свѣтъ; вторая — самосвѣтящаяся или фотосфера, которая опредѣляетъ видимый діаметръ солнца и третья — совершенно прозрачная. Всѣ три солнечныя атмосферы отдѣлены какъ отъ ядра, такъ и другъ отъ друга, значительными промежутками.

Составивъ такое мнѣніе о физическомъ строеніи солнца, В. Гершель объясняетъ появленіе на ви-

димомъ солнечномъ дискѣ темныхъ пятенъ разрывомъ или разрѣженіемъ двухъ низшихъ концентрическихъ атмосферъ, позволяющимъ видѣть темное солнечное ядро, свѣтлыя же пятна по его мѣтну, происходятъ отъ сгущенія свѣтовой матеріи на краяхъ разрыва солнечныхъ атмосферъ.

Примѣчаніе 2-е. Въ послѣднее время, основываясь на изслѣдованіяхъ Кирхгофа, Керрингтона, Шперера и другихъ ученыхъ, Эмиль Готье предложилъ слѣдующую гипотезу для объясненія физическаго строенія солнца и образованія пятенъ на его видимомъ дискѣ:

- 1) Солнце имѣетъ форму шарообразную.
- 2) Въ составъ его входятъ тѣ же элементы, изъ какихъ составлена земля и, по всему вѣроятію, другія планеты.
- 3) Такъ какъ температура солнца чрезвычайно велика и всѣ составные элементы его находятся въ расплавленномъ состояніи, то солнце есть жидкій шаръ.
- 4) Солнце окружено всякаго рода испареніями и нижніе слои его атмосферы, вѣроятно, тяжелѣе нижнихъ слоевъ атмосферы земной.
- 5) Вращательное движеніе жидкаго солнечнаго шара не можетъ быть передано всей газообразной оболочкѣ, до тѣхъ самыхъ отдаленныхъ предѣловъ съ одинаковою скоростію, и вслѣдствіе этого солнечная атмосфера оказываетъ на поверхность расплавленнаго шара дѣйствіе, подобное тренію.
- 6) Солнечныя пятна суть не что иное, какъ мѣстныя отверстія солнечнаго жидкаго ядра, происходящія отъ химическихъ дѣйствій, соединяющихъ вдругъ въ скученныя массы соли или оки-

ся, выходящія изъ расплавленнаго ядра и остающіяся на его поверхности.

7) Свѣтлыя пятна, замѣчаемыя на солнечномъ дискѣ, происходятъ отъ появленія веществъ болѣе блестящихъ или обладающихъ болѣею способностію лучеиспусканія.

§ 6. **Планеты.** Планеты, какъ мы уже сказали, суть тѣла темныя, заимствующія свой свѣтъ отъ солнца. Они представляются взору наблюдателя въ видѣ свѣтлыхъ почти круглыхъ дисковъ и обращаются вокругъ солнца по эллипсамъ или продолговатымъ кругамъ.

Къ солнечной системѣ принадлежатъ слѣдующія планеты: 1) Меркурій, 2) Венера, 3) Земля, 4) Марсъ, 5) Юпитеръ, 6) Сатурнъ, 7) Уранъ, 8) Нептунъ и 79 астероидовъ.

Нѣкоторыя изъ названныхъ нами планетъ имѣютъ спутниковъ; напр. земля имѣетъ одного спутника—Луну, Юпитеръ имѣетъ 4-хъ спутниковъ, Сатурнъ и Уранъ—по 8 ми, Нептунъ—2-хъ.

Примѣчаніе. Спутниками называются такія небесныя тѣла, которыя вращаются около планетъ по тѣмъ же самымъ законамъ, какъ планеты движутся вокругъ солнца.

Объ одной изъ планетъ—землѣ и ея спутникѣ—лунѣ мы будемъ говорить впослѣдствіи подробно; что же касается до остальныхъ планетъ и ихъ спутниковъ, то мы не будемъ входить въ описаніе ихъ свойствъ и движеній, такъ какъ это принадлежитъ къ области Астрономіи.

§ 7. **Кометы.** Къ нашей солнечной системѣ принадлежитъ множество кометъ различнаго вида и величины, большая часть которыхъ представ-

ляется въ видѣ звѣздоподобнаго свѣтлаго круглаго ядра, окруженнаго менѣе свѣтлой туманной оболочкой, вытянутой въ видѣ хвоста, въ сторону противоположную солнцу. Точныя наблюденія надъ кометами начались производиться, говоря относительно, недавно, — въ прежнее же время появленіе кометъ считалось предзнаменованіемъ различныхъ бѣдствій для человѣчества. Конечно, причина, породившая такое нелѣпое мнѣніе о кометахъ, заключалась въ недостаткѣ точныхъ и положительныхъ свѣдѣній о ихъ физическомъ строеніи и законахъ движенія. Въ концѣ XVII вѣка Галлей первый показалъ, что кометы въ своихъ движеніяхъ подчинены законамъ, общимъ для всѣхъ тѣлъ нашей планетной системы, т. е. что онѣ движутся вокругъ солнца по эллипсамъ. Разсматривая наблюденія, произведенныя до него жившими астрономами, онъ пришелъ къ тому убѣжденію, что комета, наблюденная имъ въ 1682 г., должна снова явиться чрезъ 75 или 76 лѣтъ. Послѣдующія наблюденія вполне подтвердили мнѣніе Галлея, и комета эта названа, въ честь его Галлеевою.

Кромѣ Галлеевой кометы есть еще и другія, время появленія которыхъ опредѣлено; напр. кометы Ольберса, Энке. Бѣлы, Фейя и де Вико. Комета Ольберса появляется чрезъ каждыя 74 или 75 лѣтъ, Энке — чрезъ 3 года и 113 дней, Бѣлы — чрезъ 6 лѣтъ и 270 сутокъ, Фейя — чрезъ $7\frac{2}{3}$ года и де Вико — чрезъ $5\frac{1}{2}$ лѣтъ.

Изъ предыдущаго уже извѣстно, что кометы получаютъ свой свѣтъ отъ солнца, теперь прибавимъ, что они состоятъ изъ весьма прозрачной

массы, сквозь которую даже можно видеть звѣзды. По вычисленіямъ Фейя, плотность кометнаго ядра всего только въ 9 разъ больше плотности пустаго пространства, получаемаго подъ колоколомъ самыхъ лучшихъ воздушныхъ насосовъ, — плотность же хвоста кометы чрезвычайно мала: если плотность пустаго пространства подъ колоколомъ воздушнаго насоса принять за 1-цу, то она выразится $\frac{1}{1000-000-000-000}$.

§ 8. **Аэролиты и болиды.** Въ солнечной системѣ принадлежать еще метеорныя камни или аэролиты и болиды или падающія звѣзды.

Аэролитами называются камни, падающіе на землю изъ планетнаго пространства. Долгое время отрицали возможность такого факта, но изслѣдованія Хладни доказали неоспоримость его.

Аэролиты достигаютъ иногда довольно значительной величины.

Болиды—это огненные шары, появляющіеся вдругъ на небѣ и по прошествіи нѣсколькихъ секундъ исчезающіе. Они имѣютъ иногда довольно значительный діаметръ и, лопаясь, разламываются на куски, которые, продолжая свое движеніе, потухаютъ и падаютъ на землю въ видѣ аэролитовъ.

Если величина болидовъ незначительна, то они называются падающими звѣздами.

Наблюденія показали, что болиды являются во всѣхъ странахъ, и движутся съ весьма значительною скоростію.

Примѣчаніе. Мнѣнія ученыхъ относительно происхожденія аэролитовъ различны. Одни пола-

гаютъ, что аэролиты образуются въ предѣлахъ нашей атмосферы, другіе—что это суть камни, выбрасываемые кратерами вулкановъ, находящихся на лунѣ, наконецъ, третьи полагаютъ, что метеорные камни принадлежатъ къ тѣламъ нашей планетной системы. Не входя въ подробный разборъ первыхъ двухъ мнѣній, мы замѣтимъ только, что, принимая во вниманіе размѣры, до которыхъ иногда достигаютъ аэролиты, мудрено допустить возможность ихъ происхожденія чрезъ выбрасываніе изъ кратеровъ луны или же чрезъ сгущеніе различныхъ веществъ, находящихся въ нашей атмосферѣ въ видѣ пыли,—гораздо правдоподобнѣе допустить, что они—тѣла, принадлежащія къ нашей планетной системѣ.

§ 9. Система міра. До половины XVI вѣка было предложено множество гипотезъ относительно устройства вселенной, но всѣ онѣ не имѣли достаточно прочныхъ основаній. Польскій астрономъ, Коперникъ, былъ первый, положившій начало истинной системѣ міра, названной, въ честь его, системой Коперника. Труды Кеплера, Галлея, Ньютона, Лапласа и др. астрономовъ развили ее до высокой степени совершенства.

Законы Кеплера. Главныя положенія системы Кеплера заключаются въ слѣдующемъ: 1) всѣ планеты движутся вокругъ солнца по эллипсамъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится солнце. 2) Если соединить центръ солнца съ какоюнибудь планетою прямою линіею, то эта линія, двигаясь поступательно вмѣстѣ съ планетою, будетъ описывать въ равныя времена равныя пло-

щади. 3) Квадраты временъ обращенія различныхъ планетъ пропорціональны кубамъ ихъ среднихъ разстояній отъ солнца.

На этихъ законахъ основываются всѣ движенія планетъ и кометъ вокругъ солнца, также точно какъ и движенія около планетъ ихъ спутниковъ.

Три выше приведенные закона были выведены Кеплеромъ изъ непосредственныхъ наблюдений. Нельзя не удивляться генію и неутомимому труду этого великаго астронома, который, не зная закона всемірнаго тяготѣнія, открытаго впоследствии Ньютономъ, могъ подмѣтить съ такой точностью законы движенія небесныхъ тѣлъ.

§ 10. Законъ всемірнаго тяготѣнія. Законъ всемірнаго тяготѣнія можетъ быть выраженъ такъ: 1) каждая двѣ матеріальныя точки притягиваются между собой съ силою прямо пропорціональною ихъ массѣ и обратно пропорціональною квадратамъ ихъ разстояній. 2) Равнодѣйствующая притягательныхъ силъ всѣхъ матеріальныхъ частицъ шарообразнаго тѣла проходитъ чрезъ центръ его. Если m и m' — массы двухъ матеріальныхъ частицъ, r — разстояніе между ними, то математическое выраженіе закона всеобщаго тяготѣнія будетъ таково: $f \frac{mm'}{r^2}$, гдѣ f — постоянный множитель.

Ньютонъ, открывшій этотъ законъ, приложилъ его къ объясненію движенія небесныхъ тѣлъ и, при помощи высшей математики, доказалъ, что Кеплеровскіе законы суть ни что иное, какъ необходимое слѣдствіе закона всемірнаго тяготѣнія.

Примѣчаніе. Зависимость между законами

всемірнаго тяготѣнія и Кеплеровскими доказы-
вается вполне точно въ небесной механикѣ, здѣсь
же мы постараемся дать хотя нѣкоторое понятіе
о томъ, какъ изъ Кеплеровскихъ законовъ можно
вывести законъ всеобщаго тяготѣнія.

Изъ физики извѣстно, что тѣло, не подвержен-
ное дѣйствію какой-нибудь посторонней силы бу-
детъ находиться въ покой или же, если ему пре-
жде было сообщено движеніе по какому-нибудь на-
правленію, то оно будетъ двигаться по тому же на-
правленію съ одною и тою же скоростью. Извѣстно
также, что криволинейное движеніе можетъ происхо-
дить только отъ одновременнаго дѣйствія двухъ
силъ, направленныхъ другъ къ другу подъ угломъ;
а какъ планеты описываютъ вокругъ солнца кри-
вые линіи, то необходимо допустить, что онѣ въ
своемъ движеніи подчинены дѣйствію двухъ силъ
—одной первоначальной по направленію съ Z на
 B , другой—по направленію къ центру солнца.

Означимъ (черт. 1) чрезъ S —центръ солнца, AB —
пространство, проходимое планетою въ столь малый
промежутокъ времени, что дуга, описываемая пла-
нетою въ это время, можетъ быть принята равною
ея хордѣ. BC —пространство, проходимое планетою
во 2 й промежутокъ времени, равный 1-му. Изъ 2-го
Кеплеровскаго закона слѣдуетъ, что площадь $\triangle$ -ка
 ABS = пл. $\triangle$ -ка BCS . Еслибы на планету не дѣй-
ствовала никакая сила, то она и во второй про-
межутокъ времени двигалась бы потому же на-
правленію и съ той же скоростью, какъ въ пер-
вый, т. е. прошла бы пространство $BD = AB$.
Но такъ какъ она проходитъ пространство BC , а
не BD , то это можетъ происходить только отъ

ЦЕНТРАЛЬНА НАУКОВА

БИБЛИОТЕКА Х.Д.У.

Іюл. №

11119

того, что, когда планета находилась въ точкѣ B , на нее дѣйствовала сила, измѣнявшая направле-
 ея движенія. Поэтому движеніе BC , которое пла-
 нета дѣйствительно имѣетъ, должно быть слѣд-
 ствіемъ движенія BD , которое она имѣетъ по
 свойству инерціи, и движенія, сообщаемаго ей не-
 извѣстною силою; слѣдовательно BC должно быть
 діагональю параллелограмма, составляемаго изъ BD
 и движенія, которое сообщается этой силой. Если
 соединимъ C съ D , то BD и DE будутъ двѣ сто-
 роны этого параллелограмма; двѣ другія должны
 быть параллельными, и та сторона, которая про-
 ходитъ чрезъ B , будетъ изображать движеніе, ко-
 торое стремится сообщить планетѣ дѣйствующая
 на нее сила. Но площадь $\triangle$ -ка ABS = площади $\triangle$ -ка
 BDS , потому что основанія ихъ AB и BD равны,
 а высота одна и та же, — слѣдовательно и площадь
 $\triangle$ -ка BDS = пл. $\triangle$ -ка BDS и такъ какъ эти $\triangle$ -ки
 имѣютъ общее основаніе BS , то высоты ихъ дол-
 жны быть равны, а вершины должны находиться
 на одной линіи, параллельной общему ихъ основа-
 нію, слѣдовательно $DS \parallel BS$, а потому сторона па-
 раллелограмма, изображающая силу, дѣйствующую
 на планету, должна совпадать съ BS . Изъ этого
 видно, что сила, которая дѣйствуетъ на планету
 въ какой-нибудь точкѣ ея пути B , стремится при-
 ближить ее къ центру солнца такъ, что еслибы
 планета не имѣла другаго движенія, то отъ дѣй-
 ствія этой силы она двигалась бы по прямолиней-
 ному направленію къ солнцу. Еслибы не было этой
 силы, то планета всегда двигалась бы по направ-
 ленію AD и слѣдовательно не обращалась бы около
 солнца, но удалялась бы отъ него все болѣе и бо-

лѣе. И такъ, мы видимъ, что планеты удерживаются около солнца вслѣдствіе того, что онѣ имѣютъ стремленіе приблизиться къ центру его.

Если примемъ, что планеты описываютъ около солнца круги, радіусы которыхъ равны среднимъ разстояніямъ ихъ отъ солнца, то, по 2-му Кеплеровскому закону, должны будемъ допустить, что движеніе ихъ равномерное. Принявъ это, мы можемъ догадаться, что дѣйствіе притяженія солнца на различныя планеты обратно пропорціонально квадратамъ ихъ разстояній отъ солнца.

Обыкновенно предполагаютъ, что при круговомъ движеніи развивается центробѣжная сила, которая постоянно стремится удалить тѣло отъ центра круга и что это удаленіе дѣйствительно происходитъ, если на тѣла не дѣйствуетъ другая, равная, ей, сила подъ прямымъ угломъ.

Означивъ скорость тѣла чрезъ v , радіусъ описываемаго имъ круга чрезъ r , получимъ для центробѣжной силы слѣдующее выраженіе: $\frac{v^2}{2r}$

При движеніи планетъ около солнца, эта сила уничтожается притяженіемъ солнца, которое поэтому должно быть равно ей. Означивъ это притяженіе чрезъ f , получимъ:

$$f = \frac{v^2}{2r}$$

Но $v = \frac{2\pi r}{t}$, гдѣ t —время, а π —отношеніе окружности къ діаметру, слѣдовательно,

$$f = \frac{2\pi^2 r}{t^2}$$

Пусть f' — притяженіе, оказываемое солнцемъ на какую-нибудь другую планету, r' — радіусъ описываемаго ею около солнца круга, t' — время обращенія, то

$$f' = \frac{2\pi^2 r'}{t'^2}$$

или

$$f : f' = \frac{r}{t^2} : \frac{r'}{t'^2}$$

Изъ 3-го Кеплеровскаго закона извѣстно, что

$$t^2 : t'^2 = r^3 : r'^3$$

или

$$t^2 = \frac{t'^2 r^3}{r'^3}$$

Подставивъ въ предыдущее выраженіе вмѣсто t^2 его величину, получимъ:

$$f : f' = r'^2 : r^2,$$

т. е. притяженіе солнцемъ различныхъ планетъ обратно пропорціоально квадратамъ ихъ разстояній отъ центра его.

Опыты англійскаго физика Кавендиша показали, что вообще всѣ тѣла оказываютъ другъ на друга притяженіе, только притяженіе это бываетъ тѣмъ слабѣе, чѣмъ масса тѣла меньше. Принявъ это замѣчаніе во вниманіе, мы должны допустить, что между планетами и солнцемъ также существуетъ притяженіе и такъ какъ масса солнца гораздо значительнѣе массы каждой изъ планетъ, то слѣдовательно притяженіе, оказываемое солнцемъ на планеты, будетъ гораздо больше, чѣмъ притяженіе этихъ послѣднихъ на солнце.

Если m будетъ означать массу какого-нибудь тѣ-

ла, а r —его разстояніе отъ другаго тѣла m' , то математическое выраженіе притяженія между обѣими тѣлами будетъ таково:

$$f = \frac{m}{r^2}.$$

§ 11. Переходимъ теперь къ описанію земли и покажемъ, какую она имѣетъ форму, величину, положеніе и движеніе во вселенной, а также объяснимъ явленія, происходящія на ея поверхности и зависящія отъ этаго движенія.

§ 12. Положеніе земли по вселенной. Земля, какъ уже извѣстно, принадлежитъ къ числу планетъ солнечной системы и слѣдовательно, независимо отъ своего собственнаго движенія, участвуетъ въ общемъ движеніи всей системы въ міровомъ пространствѣ, по направленію къ созвѣздію Геркулеса.

§ 13. Фигура земли. Внимательное наблюденіе земной поверхности убѣждаетъ насъ въ томъ, что она имѣетъ форму шарообразную. Доказательствомъ этому могутъ служить слѣдующіе факты:

1) Если приближаться къ какому-нибудь зданію, расположенному на открытой мѣстности, то мы увидимъ сначала его верхнюю часть, затѣмъ среднюю и наконецъ нижнюю. Этотъ общеизвѣстный фактъ служитъ нагляднымъ доказательствомъ кривизны земной поверхности. Въ самомъ дѣлѣ, еслибы поверхность земли была совершенно плоская, то, приблизившись къ какому-нибудь зданію на разстояніе, доступное нашему зрѣнію, мы увидѣли бы его все вдругъ; если же фактъ совершается иначе, то его можно объяснить только шарообразностью земной поверхности.

2) Находясь на морѣ или же на совершенно открытой мѣстности, намъ кажется, что мы стоимъ въ срединѣ круга, ограниченнаго небеснымъ сводомъ. Этотъ кругъ, называемый обыкновенно видимымъ горизонтомъ, происходитъ отъ пересѣченія поверхности земли со сводомъ небеснымъ. Но геометрія показываетъ, что только тѣла, имѣющія шарообразную поверхность, въ сѣченіи своемъ плоскостью по какому угодно направленію даютъ кругъ, — слѣдовательно, земля должна также имѣть форму шарообразную.

3) Тѣнь земли, во время лунныхъ затмѣній, представляется въ видѣ круга. Это явленіе служитъ новымъ доказательствомъ шарообразности земли, потому что круглая тѣнь, при всѣхъ возможныхъ положеніяхъ, можетъ быть отбрасываема только шарообразными тѣлами.

4) Шарообразность земли доказывается также кругосвѣтными путешествіями. Если отправиться изъ какого-нибудь мѣста и постоянно держаться одного и того же направленія, то можно возвратиться въ то же мѣсто, но только съ противоположной стороны.

Примѣчаніе. Первое путешествіе вокругъ земли было совершено экспедиціею подъ начальствомъ Фердинанда Магелана, которая, отправившись изъ гавани С. Люкара въ 1519 году на западъ, возвратилась туда съ востока въ 1522. Изъ Русскихъ первые объѣхавшіе землю, въ началѣ нынѣшняго столѣтія, были Крузенштеръ и Лисянскій. Вообще надо замѣтить, что въ настоящее время кругосвѣтныя путешествія не представляютъ большихъ затрудненій и совершаются довольно часто. Для

подтвержденія высказаннаго нами мнѣнія о видѣ земли, можно бы привести еще и другія доказательства, доставляемыя намъ астрономіею, но мы полагаемъ, что и четырехъ приведенныхъ нами совершенно достаточно, чтобы убѣдиться въ шарообразности земли.

§ 14. Движеніе земли. Изъ предъидущаго уже извѣстно, что земля не находится въ покоѣ, но движется вокругъ солнца; кромѣ этого, такъ сказать, подчиненнаго движенія, она имѣетъ еще и свое собственное—вокругъ своей оси. Оба эти движенія совершаются по направленію отъ запада къ востоку, но въ разныхъ плоскостяхъ, такъ что плоскость, въ которой земля движется около оси, пересѣкается плоскостью, въ которой она движется около солнца, подъ угломъ въ $23^{\circ} 28'$, или, другими словами, земная ось постоянно наклонена къ плоскости земной орбиты подъ угломъ въ $66^{\circ} 32'$. Періодъ времени, въ который земля совершаетъ свой оборотъ вокругъ солнца, называется годомъ,—а вокругъ своей оси—сутками.

Примѣчаніе. Наблюдая свѣтила, которыми усѣянъ сводъ небесный, мы замѣтимъ, что они не сохраняютъ своего положенія, но, кажется, будто, вмѣстѣ со сводомъ небесныхъ движутся вокругъ земли по направленію отъ востока къ западу.

Внимательное разсмотрѣніе фактовъ, относящихся къ этому явленію, показало, что движеніе свѣтилъ вокругъ земли есть только кажущееся, происходящее отъ движенія земли около ея оси, отъ запада къ востоку.

Но въ прежнее время, когда законы Кеплера и Ньютона еще не были извѣстны, неподвижность

земли считалась несомнѣнной и древніе астрономы для объясненія видимаго движенія небесныхъ свѣтилъ, которое они считали истиннымъ, прибѣгали къ болѣе или менѣе остроумнымъ гипотезамъ. Такъ напр., они полагали, что сводъ небесный состоитъ изъ твердаго, прозрачнаго вещества и вмѣстѣ съ небесными тѣлами, прикрѣпленными къ нему, обращается вокругъ земли разъ въ теченіе сутокъ.

Неосновательность первой половины этого мнѣнія едвали заслуживаетъ серьезнаго опроверженія, — достаточно замѣтить, что видимый сводъ небесный — оптический обманъ; что же касается до возможности обращенія всѣхъ видимыхъ небесныхъ тѣлъ вокругъ земли, то этому противорѣчатъ слѣдующіе факты:

1) Зная изъ механики, что криволинейное движеніе происходитъ только по дѣйствію двухъ какихъ нибудь силъ, дѣйствующихъ подъ угломъ, и что сила притяженія пропорціональна массѣ тѣлъ, мы рѣшительно не въ состояніи объяснить себѣ какимъ образомъ земля, величина которой, сравнительно съ величиной неподвижныхъ звѣздъ незначительна, можетъ заставить ихъ вращаться во кругъ себя?

2) Извѣстно, что неподвижныя звѣзды находятся отъ насъ хотя на различныхъ, но чрезвычайно большихъ разстояніяхъ, — слѣдовательно, допустивъ мнѣніе древнихъ астрономовъ относительно обращенія неподвижныхъ звѣздъ разъ въ теченіе сутокъ вокругъ земли, мы должны приписать ихъ движенію скорость, превосходящую всякое вѣроятіе. Кромѣ того, извѣстно, что одна и та

же сила дѣйствуетъ на тѣла, находящіяся отъ нея не въ одинаковомъ разстояніи, различно, отъ чего же всѣ небесныя свѣтила, несмотря на громадную разницу въ ихъ разстояніи отъ земли, совершаютъ вокругъ нея оборотъ въ одинъ и тотъ же періодъ времени?

Нѣтъ возможности удовлетворительно объяснить такую несообразность, и потому гораздо естественнѣе, для объясненія видимаго движенія небесныхъ свѣтилъ, допустить вращеніе земли вокругъ ея оси разъ въ теченіе сутокъ по направленію отъ запада къ востоку.

§ 15. Доказательства движенія земли около ея оси. Съ развитіемъ математическихъ наукъ, мы имѣемъ факты, которыми можно непосредственно доказать вращеніе земли вокругъ ея оси.

1) Сила притяженія дѣйствуетъ по направленію перпендикулярному къ центру земли, слѣдовательно всякое тѣло, брошенное сверху внизъ, должно двигаться по направленію вертикальному къ ея поверхности. Но опытъ показалъ, что тѣла, при паденіи своемъ съ значительной высоты, уклоняются отъ вертикальнаго направленія къ востоку. Ньютонъ объяснилъ это явленіе слѣдующимъ образомъ: если земля вращается вокругъ самой себя отъ запада къ востоку, то всѣ тѣла, находящіяся на ней, и атмосфера, окружающая ее, должны также участвовать въ этомъ вращеніи, и какъ всѣ точки атмосферы отстоятъ отъ центра земли дальше, чѣмъ точки земной поверхности, поэтому первыя должны вращаться со скоростью большею, нежели послѣднія. Слѣдовательно тѣло, брошенное съ значитель-

ной высоты, въ первый моментъ своего паденія, приобретаетъ скорость по направленію движенія земли большую, нежели частицы земной поверхности, находящіяся съ нимъ на одномъ вертикалѣ; въ силу этого, достигнувъ земли, оно должно уклониться отъ первоначальнаго направленія къ востоку.

Въ самомъ дѣлѣ, беремъ двѣ точки *a* и *b*, (черт. 2-й) лежащія на одномъ вертикалѣ, одну на поверхности земли, а другую — на значительной высотѣ надъ нею, и допустимъ, что точка *a*, въ первой моментъ своего движенія, получаетъ скорость по направленію, означенному стрѣлкой, гораздо большую, нежели точка *b*; въ такомъ разѣ и въ каждый послѣдующій моментъ до тѣхъ поръ, пока точка *a* не достигнетъ земной поверхности, движеніе ея по тому же направленію будетъ скорѣе, нежели точки *b*, и слѣдовательно она прикоснется къ земной поверхности не въ точкѣ *b*, но въ какойнибудь другой, *b'*, т. е. уклонится отъ своего первоначальнаго положенія къ востоку.

2) Если земля вращается вокругъ своей оси, то на поверхности ея должна развиваться центробѣжная сила, которая будетъ тѣмъ больше, чѣмъ ближе мы приближаемся къ экватору.

Для объясненія нашего положенія, представимъ себѣ, что какое-нибудь тѣло *m*, вращающееся вокругъ центра *c*, имѣетъ постоянное стремленіе удалиться отъ него. Пусть *x* будетъ то разстояніе, на которое удалилось бы тѣло *m* отъ центра *c* въ одну секунду, еслибы тому не препятствовала никакая сторонняя сила. Изъ физики извѣстно, что *x* будетъ равняться $\frac{2\pi^2r}{t^2}$, гдѣ π — отношеніе окруж-

ности къ діаметру равное 3,14, r — радіусъ круговаго пути, а t — время круговаго оборота. Положимъ для простоты, что $2\pi r = k$ и замѣтимъ, что окружность круга, описываемаго тѣломъ, находящимся на экваторѣ, при каждомъ полномъ оборотѣ земли около оси — почти 40 милліоновъ метровъ, а время оборота = 24 часа = 98,400 секундъ, получимъ $x = \frac{3 \cdot 14 \cdot 40000000}{98400} = 0,017$ метра, т. е., если

земля дѣйствительно обращается около своей оси, то центробѣжная сила должна быть настолько велика, что тѣло, находящееся на экваторѣ, въ одну секунду удалилось бы на 0,017 метра, еслибы этому не препятствовала сила тяжести. Слѣдовательно путь, проходимый свободно падающимъ тѣломъ подъ экваторомъ, долженъ быть на 0,017 метра или на $\frac{1}{292}$ меньше, нежели у полюсовъ.

Опыты надъ маятникомъ показали, что тяжесть дѣйствительно уменьшается по направленію отъ полюсовъ къ экватору.

Примѣчаніе: Въ концѣ XVII вѣка, французскій астрономъ Рихеръ, отправился въ Кайену для астрономическихъ наблюденій. Уставивъ здѣсь свои часы съ маятникомъ, ходъ которыхъ былъ тщательно повѣренъ въ Парижѣ, онъ вскорѣ замѣтилъ, что часы отстаютъ въ сутки на $2\frac{1}{2}$ минуты, и чтобы устранить этотъ недостатокъ, долженъ былъ укоротить длину маятника на $\frac{1}{4}$ линіи.

Возвратясь въ Парижъ, онъ замѣтилъ, что часы его начали уходить впередъ на 2 минуты и 28 секундъ и, чтобы исправить ихъ ходъ, онъ долженъ былъ увеличить длину маятника до его первоначальной величины. Это явленіе послужило по-

водомъ въ цѣлому ряду точныхъ наблюденій надъ длиной секунднаго маятника на различныхъ мѣстахъ земной поверхности. Наблюденія эти самымъ неопровержимымъ образомъ доказали, что длина секунднаго маятника увеличивается по направленію отъ экватора къ полюсамъ. А какъ ускорительная сила тяжести пропорціональна длинѣ секунднаго маятника, то эти опыты и говорятъ намъ, что сила тяжести уменьшается по направленію отъ полюсовъ къ экватору, вслѣдствіе центробѣжной силы, происходящей отъ обращенія земли около ея оси.

3) Изъ физики извѣстно, что простой маятникъ, приведенный въ движеніе, сохраняетъ неизмѣнно плоскость своего колебанія до тѣхъ поръ, пока какая-нибудь внѣшняя сила не выведетъ его изъ этой плоскости. Законъ этотъ можно подтвердить опытомъ. Представимъ себѣ горизонтальный кругъ, (черт. 3) съ придѣланной къ нему проволочной дугой, укрѣпленный на вертикальной оси, вокругъ которой онъ можетъ свободно вращаться. Кругъ этотъ раздѣленъ на градусы, а на срединѣ дуги укрѣплена нить, поддерживающая какой-нибудь шаръ. Эта нить съ привѣшеннымъ къ ней шаромъ или простой маятникъ въ положеніи равновѣсія совпадаетъ съ осью вращенія прибора. Если выведемъ маятникъ изъ положенія равновѣсія по направленію линіи, обозначенной 0—180, и предоставимъ его самому себѣ, то онъ будетъ качаться надъ линіей 0—180, слѣдовательно въ плоскости перпендикулярной къ дугѣ, до тѣхъ поръ, пока приборъ будетъ находиться въ покоѣ. Но если начать медленно вращать горизонтальный кругъ около его оси, то маятникъ, несмотря на то, что сохраняетъ неизмѣнную плоскость своего

колебанія, будетъ проходить отъ одного поперечника горизонтальнаго круга къ другому или, другими словами, если мы будемъ поворачивать горизонтальный кругъ около его оси по направленію справа налѣво, то намъ покажется, что плоскость качанія маятника, въ отношеніи плоскости дуги, поворачивается слѣва направо.

Маятникъ, укрѣпленный надъ полюсомъ земли, былъ бы въ такомъ же точно отношеніи къ ней, какъ въ нашемъ приборѣ къ горизонтальному кругу. Еслибы напр. маятникъ началъ качаться надъ меридіаномъ 0—180, то колебанія его, по извѣстному уже намъ закону, останутся въ той же самой плоскости, хотя, вслѣдствіе вращенія земли около ея оси, подъ нею будутъ по порядку проходить различные меридіаны, и намъ покажется, что плоскость колебанія маятника вращается по направленію отъ востока къ западу.

На всѣхъ точкахъ земной поверхности, исключая лежащихъ на экваторѣ, плоскость качанія маятника, вслѣдствіе обращенія земли вокругъ ея оси, должна обнаруживать кажущееся обращеніе, величина котораго въ равныя времена будетъ тѣмъ больше, чѣмъ точка ближе лежитъ къ полюсу.

Французскій ученный Фуко первый показалъ своими опытами, что это кажущееся вращеніе плоскости колебанія простаго маятника есть необходимое слѣдствіе движенія земли вокругъ ея оси.

Примѣчаніе: Пусть чертежъ 4-й представляетъ шаръ земной, *NS*—ось его, *abz* — параллельный кругъ мѣста наблюденія надъ маятникомъ, *m* — центръ его. Если въ *a* заставить качаться маятникъ, то линію, описываемую шаромъ маятника при

его размахамъ, можно принять за прямую, лежащую въ горизонтальной плоскости мѣста a . Допустивъ, что маятникъ качается въ плоскости меридіана по направленію стрѣлки cd , то продолженіе линіи колебанія маятника будетъ касательно къ меридіану Nal , и пересѣкаетъ продолженіе земной оси въ точкѣ o . Уголъ aom есть географическая широта мѣста a , которую обозначимъ чрезъ β . Вслѣдствіе обращенія земли около ея оси, точка a по прошествіи известнаго времени перейдетъ въ b , и касательная къ меридіану въ точкѣ b будетъ bo ; колебанія же маятника, въ силу инерціи, которая стремится сохранить плоскость его качанія, будутъ совершаться по направленію $gf \parallel cd$. Слѣдовательно, колебанія маятника не будутъ уже совпадать съ плоскостью меридіана и образуютъ съ нею уголъ gbo , величину котораго и надо опредѣлить.

Обозначивъ для краткости уголъ amb чрезъ α , а уголъ boa чрезъ β и разсмотрѣвъ два треугольника aob и abm , въ которыхъ ab — сторона общая, а уголъ $gbo = aob$, получимъ:

$$\alpha: \beta = bo: bm$$

Но какъ $bm = bo \sin bom = bo \sin \epsilon$, то

$$\alpha: \beta = 1: \sin \epsilon,$$

$$\text{или же } \beta = \alpha \cdot \sin \epsilon,$$

гдѣ β — уголъ, на который поворотилась плоскость качанія маятника въ отношеніи къ меридіану въ то время, какъ мѣсто наблюденія перешло изъ a въ b ; уголъ α — величина, на которую поворотилась въ этотъ же самый промежутокъ времени земля, и слѣдовательно величина, на которую поворотилась

бы плоскость колебанія маятника, еслибы мѣстомъ наблюденія надъ нимъ былъ полюсъ.

Послѣднее уравненіе говоритъ намъ, что если величину вращенія плоскости колебанія маятника у полюса помножить на Sinus географической широты мѣста, то мы получимъ величину, на которую должна повернуться плоскость колебанія маятника въ данномъ мѣстѣ. Такъ какъ плоскость колебанія простаго маятника у полюса поворачивается на 15° въ часъ, то слѣдовательно для опредѣленія величины угла, на которой поворотится плоскость колебанія маятника въ данномъ мѣстѣ надо 15° умножить на Sinus географической широты. Очевидно, что на экваторѣ уголъ $\beta = 0$, а такъ какъ здѣсь и уголъ ϵ тоже равенъ нулю, то слѣдовательно уголъ, на который повидимому маятникъ поворачивается, увеличивается дѣйствительно отъ экватора къ полюсамъ.

§ 16. Истинный видъ земли. Если земля имѣетъ форму шара, то меридіанъ ея долженъ быть правильнымъ кругомъ и слѣдовательно, опредѣливъ величину какой-нибудь его дуги, можно вычислить какъ величину радіуса, такъ и поверхности земли.

Въ самомъ дѣлѣ, положимъ, что длина измѣренной дуги меридіана p заключаетъ въ себѣ K° , — въ такомъ разѣ величина земнаго радіуса — r опредѣляется изъ слѣдующей пропорціи:

$$\pi r : p = 180^\circ : K^\circ.$$

откуда $r = \frac{180^\circ p}{\pi K^\circ}.$

Но точныя измѣренія дугъ меридіана показали,

что длина градуса подъ экваторомъ меньше, нежели подъ полюсомъ, изъ чего заключили, что земля не есть шаръ, а сжатый у полюсовъ сфероидъ, величина сжатія котораго $= \frac{1}{292}$, т. е. радіусъ экватора больше на $\frac{1}{292}$ радіуса у полюса.

Изъ этихъ измѣреній нашли, что градусъ экватора $= 15$ географическимъ или нѣмецкимъ милямъ ($104\frac{1}{2}$ версты); окружность экватора $= 5,400$, а радіусъ ея $= 860$ нѣм. миль; полярный радіусъ 3-мя нѣмецкими милями менѣе экваторіальнаго.

При помощи приведенныхъ нами данныхъ весьма легко по правиламъ геометріи найти поверхность и объемъ земнаго шара.

Поверхность земли $= 9,288,000$ квад. м., а объемъ 2,359 миллионъ куб. м.

Примѣчаніе. Еще гораздо раньше, нежели были произведены точныя градусныя измѣренія дугъ меридіана на различныхъ мѣстахъ земной поверхности, давняя возможность доказать, что земля есть сжатый у полюсовъ сфероидъ, Гюйгенсъ и Ньютонъ чисто теоретическимъ путемъ пришли къ тѣмъ же результатамъ по тому же самому вопросу.

Допустивъ, что явленіе паденія тѣлъ происходитъ отъ дѣйствія притяженія центра земли, Гюйгенсъ занялся рѣшеніемъ вопроса, какую форму должна имѣть земля, какъ тѣло, большая часть котораго покрыта водою и постоянно обращающееся вокругъ своей оси? Очевидно, еслибы земля находилась въ покоѣ, то всѣ частицы ея поверхности подверглись бы дѣйствію одной только силы тяжести, и тогда она имѣла бы форму шара; но какъ земля вращается вокругъ своей оси, то каждая частица ея подвергается еще дѣйствію центро-

бѣжной силы по направленію перпендикулярному къ плоскости ея вращенія. Такъ какъ напряженіе центробѣжной силы наибольшее у экватора, а у полюсовъ оно равно нулю; напряженіе же силы тяжести наибольшее у полюсовъ, а наименьшее у экватора, то Гюйгенсъ изъ этого заключилъ, что земля у полюсовъ сжата, а у экватора выпукла. При помощи математическаго анализа Гюйгенсъ опредѣлилъ даже величину сжатія земли, которое, по его мнѣнію, равняется $\frac{578}{577}$.

Ньютонъ, открывъ законъ всеобщаго тяготѣнія и приложивъ его къ опредѣленію фигуры земли, пришелъ по этому вопросу къ одному заключенію съ Гюйгенсомъ. Но какъ по теоріи Ньютона паденіе тѣлъ происходитъ не отъ притяженія одного только центра земли, а всей ея массы, т. е. въ плоскости перпендикулярной къ земной поверхности, то Ньютонъ опредѣлилъ величину сжатія земнаго сфероида въ $\frac{290}{229}$.

Величина сжатія земнаго сфероида $= \frac{1}{292}$, принятая нами, выведена Лапласомъ.

§ 17. Явленія происходящія на поверхности земли и зависящія отъ ея вращенія около оси и солнца. Отъ вращенія земли вокругъ ея оси происходитъ перемѣна дня и ночи, а также и видимое движеніе свода небеснаго, вмѣстѣ со свѣтилами на немъ находящимся, около земли разъ въ сутки по направленію отъ В. къ З.

Отъ движенія земли вокругъ солнца происходитъ неравенство дней и ночей на различныхъ точкахъ земной поверхности, перемѣна времени года

и кажущееся движеніе солнца, которое, какъ будто бы, поднимается ежедневно отъ З. къ В. и тѣ теченіе года описываетъ на небѣ кругъ, пересѣкающій небесный экваторъ подъ угломъ въ $23^{\circ} 28'$. Годовымъ движеніемъ земли можно объяснить также то явленіе, что лѣтомъ и зимой на сводѣ небесномъ мы наблюдаемъ не одни и тѣ же звѣзды, въ зимнія ночи мы видимъ на небѣ тѣ звѣзды, которыя лѣтомъ бываютъ на небѣ днемъ, и наоборотъ. Различныя положенія, принимаемыя землей и ея спутникомъ луной по отношенію къ солнцу, производятъ нѣкоторыя весьма замѣчательныя явленія, о которыхъ мы будемъ говорить впоследствии.

§ 18. **Перемѣна дня и ночи.** Земля, вращаясь около своей оси, поворачивается къ солнцу различными своими частями, отчего происходитъ перемѣна дня и ночи. Въ самомъ дѣлѣ, такъ какъ солнце всегда освѣщаетъ только немного болѣе половины земнаго шара, то одновременно на всѣхъ точкахъ земной поверхности не можетъ быть дня и ночи, но на освѣщенной ея части — день, а на неосвѣщенной — ночь.

Пусть кругъ Z (черт. 5) означаетъ землю, S — солнце. Еслибы мы находились на земной поверхности въ точкѣ a , то солнце представилось бы намъ на горизонтѣ слѣва по направленію as ; если земля поворотится такъ, что точка a перейдетъ въ a' , то мы будемъ видѣть солнце прямо надъ нами по направленію линіи as ; если же, при дальнѣйшемъ движеніи земли, точка a перейдетъ въ a'' , то мы увидимъ солнце на горизонтѣ справа по направленію прямой as'' . Начиная отъ точки a'' , мы не

будемъ видѣть солнца до тѣхъ поръ, пока, слѣдствие вращенія земли около ея оси, точка a , перейдя чрезъ a''' , не займетъ своего первоначальнаго положенія въ точкѣ a .

Изъ чертежа видно, что въ то время, когда земля проходитъ пространство отъ точки a до точки a'' по направленію стрѣлки, у насъ будетъ день; въ тоже время, когда земля проходитъ пространство отъ точки a'' до точки a , у насъ будетъ ночь.

Когда земля будетъ находиться въ точкѣ a , у насъ будетъ утро, въ точкѣ a' — полдень, a'' — вечеръ, a''' — полночь.

§ 19. Производя наблюденія на тѣ положеніемъ солнца на сводѣ небесномъ, намъ кажется, что оно постоянно движется по направленію отъ В. къ З. Сперва солнце восходитъ на восточномъ краѣ горизонта, затѣмъ мало по-малу поднимается надъ горизонтомъ и достигаетъ наибольшей высоты въ полдень, потомъ начинаетъ опускаться и заходитъ на западномъ краѣ его. Тоже самое мы замѣчаемъ и при наблюденіи другихъ небесныхъ свѣтилъ, т. е., всѣ они восходятъ на востокъ, описываютъ на небѣ дугу и заходятъ на западѣ. При этомъ надо замѣтить, что одни изъ свѣтилъ описываютъ надъ горизонтомъ полный кругъ, другія же большую или меньшую часть его. Невидимую часть круговъ мы воображаемъ на противоположной части неба подъ горизонтомъ.

Итакъ, основываясь на однихъ чувственныхъ впечатлѣніяхъ, мы приходимъ къ тому убѣжденію, что сводъ небесный со всѣми свѣтилами, на немъ находящимися, вращается вокругъ земли по направленію отъ востока къ западу.

§ 20. **Полюсы, ось міра, экваторъ, параллели и меридіаны.** Наблюдая видимое вращеніе свода небеснаго, нельзя не замѣтить, что круги, описываемые на немъ различными свѣтилami, становятся все меньше и меньше къ двумъ противоположнымъ точкамъ, которыя не участвуютъ въ общемъ движеніи и называются небесными полюсами или полюсами міра. Одинъ изъ нихъ, лежащій вблизи созвѣдія малой медвѣдицы, видимый нами, называется сѣвернымъ или арктическимъ, другой, противоположный ему южнымъ или антарктическимъ. Воображаемая прямая линія, проходящая чрезъ оба полюса и центръ міра, въ которомъ мы представляемъ себѣ земной шаръ и центръ его, называется осью міра. Большой кругъ, перпендикулярный къ оси міра, называется небеснымъ экваторомъ. Онъ раздѣляетъ весь міръ на два полушарія: сѣверное и южное. Названія которыхъ зависятъ отъ полюсовъ, лежащихъ въ нихъ. Всѣ прочіе круги, перпендикулярные къ оси міра, называются параллельными кругами или параллелями. Ихъ безчисленное множество, потому что каждая точка свода небеснаго, вращаясь около оси міра, описываетъ кругъ, перпендикулярный къ ней. Изъ всѣхъ параллельныхъ круговъ въ особенности замѣчательны слѣдующіе четыре: 1) два тропика и два полярныхъ круга. Тропики лежатъ отъ экватора, а полярные круги отъ полюсовъ на разстояніи $23^{\circ} 28'$. Тропикъ лежащій въ сѣверномъ полушаріи, называется тропикомъ Рака, а въ южномъ — тропикомъ Козерога. Полярные круги получаютъ названіе отъ полушарій, въ кото-

рыхъ они находятся, и называются сѣвернымъ и южнымъ полярными кругами. Большой кругъ, перпендикулярный къ небесному экватору и проходящій чрезъ полюсы міра, называется небеснымъ меридіаномъ или полуденною линіею, потому что въ мѣстахъ, лежащихъ подъ однимъ и тѣмъ же меридіаномъ, полдень бываетъ въ одно и тоже время. Меридіанъ дѣлитъ сводъ небесный на два полушарія: восточное и западное. Такъ какъ каждая точка на сводѣ небесномъ имѣетъ свой меридіанъ, то ихъ безчисленное множество.

§ 21. **Земные полюсы, ось, экваторъ, параллели и меридіаны.** Земля обращается разъ въ сутки по направленію отъ запада къ востоку вокругъ мысленно проведенной линіи, которая называется ея осью и совпадаетъ съ осью міра. Крайнія точки земной оси называются земными полюсами. Полюсы, эти, подобно небеснымъ, называются сѣвернымъ и южнымъ. Большой кругъ, перпендикулярный къ оси земли, называется земнымъ экваторомъ или равноденственной линіею и дѣлитъ землю на два полушарія: сѣверное и южное. Малые круги, перпендикулярные къ оси земли, называются параллельными кругами или земными параллелями. Такъ какъ всѣ точки земли, при вращеніи ея вокругъ оси, участвуютъ въ движеніи, то каждая изъ нихъ начертитъ кругъ, перпендикулярный къ земной оси, и слѣдовательно земныхъ параллелей безчисленное множество. Параллельные круги начерченные точками земной поверхности, лежащими на разстояніи 23° $28'$ отъ экватора, называются тропиками. Тотъ изъ тропиковъ, который нахо-

дится въ сѣверномъ полушаріи, называется тропикомъ Рака, а въ южномъ—тропикомъ Козерога. Параллельные круги, начерченные точками земной поверхности лежащими на разстояніи $23^{\circ} 28'$ отъ земныхъ полюсовъ, называются полярными кругами. Полярный кругъ, лежащій въ сѣверномъ полушаріи, называется сѣвернымъ полярнымъ кругомъ, а въ южномъ—южнымъ.

Большой кругъ, перпендикулярный къ земному экватору и проходящій чрезъ полюсы земли, называется земнымъ меридіаномъ или полуденной линіей. Земныхъ меридіановъ множество. Мѣста, лежація на земной поверхности, подъ однимъ и тѣмъ же меридіаномъ, имѣютъ полдень въ одно и тоже время. Принимая, что центры земли и міра совпадаютъ и сфера небесная параллельна земной поверхности, не трудно понять, что круги небесные и земные будутъ находиться въ однихъ и тѣхъ же плоскостяхъ, какъ это видно изъ чертежа.

Примѣчаніе: къ § 21. Происхожденіе полюсовъ и различныхъ круговъ на земной поверхности можно объяснить еще иначе. Допустивъ на основаніи чувственныхъ впечатлѣній, что шаръ земной находится въ центрѣ міра (черт. 6-й) и со всѣхъ сторонъ окруженъ небесной сферой, параллельной его поверхности, можно легко обозначить мѣсто земныхъ полюсовъ, ея оси, экватора и другихъ круговъ. Въ самомъ дѣлѣ, мы уже сказали, что ось міра проходитъ чрезъ центръ земнаго шара, слѣдовательно она разрѣзываетъ его поверхность въ двухъ противоположныхъ точкахъ, эти то точки и

называются земными полюсами. Часть оси міра, соединяющая земные полюсы, называется осью земли. Если мы представимъ себѣ, что изъ центра земнаго шара, который, по нашему допущенію, совпадаетъ съ центромъ міра, проведены ко всѣмъ небеснымъ кругамъ прямыя, то они, при обращеніи свода небеснаго, принимая землю за не подвижную, начертать на поверхности земли круги, вполнѣ соответствующіи кругамъ небеснымъ.

§ 22. Въ параграфѣ 13-мъ было уже замѣчено, что если стать на совершенно открытомъ мѣстѣ, то намъ покажется, будто мы находимся въ срединѣ круга, на края котораго, въ видѣ полого полушара, опирается сводъ небесный, и назвали этотъ кругъ видимымъ горизонтомъ. Каждая точка земной поверхности имѣетъ свой видимый горизонтъ. Плоскость горизонта, проходящая чрезъ центръ земли, называется истиннымъ или математическимъ горизонтомъ. Такъ какъ сводъ небесный обнимаетъ землю со всѣхъ сторонъ, то естественно предположить, что онъ имѣетъ форму шарообразную. Прямая, мысленно проведенная перпендикулярно къ плоскости видимаго горизонта и продолженная до пресѣченія съ небеснымъ сводомъ, обозначаетъ на немъ двѣ точки: надъ горизонтомъ — зенитъ и подъ горизонтомъ — надиръ. Представимъ себѣ два концентрическіе круга, (черт. 7-й) изъ которыхъ меньшій пусть изображаетъ шаръ земной, а большій — сводъ небесный. Пусть точка *a*, лежащая на земной поверхности, будетъ мѣстомъ наблюдателя, въ такомъ случаѣ прямая *bac* будетъ его видимый горизонтъ, а *XV* — его истинный или математическій горизонтъ. Если чрезъ точку *a* про-

вести прямую SR , перпендикулярную къ bsa , и продолжить ее до пересѣченія со сводомъ небеснымъ въ точкахъ Z и N , то для наблюдателя, стоящаго въ точкѣ a , зенитъ будетъ въ точкѣ Z , а надиръ—въ точкѣ N .

Точки пересѣченія горизонта какого-нибудь мѣста съ его меридианомъ имѣютъ особыя названія: (черт. 8) одна называется сѣверомъ, а другая югомъ; точки пересѣченія горизонта съ экваторомъ называются востокомъ и западомъ. Такъ какъ въ сѣверномъ полушаріи солнце въ полдень всегда находится на югѣ, слѣдовательно, ставъ въ это время къ нему лицомъ, мы будемъ имѣть позади сѣверъ, слѣва — востокъ, а справа — западъ. Въ дни равноденствій, т. е., 9-го марта и 10-го сентября, солнце восходитъ какъ разъ въ истинной точкѣ востока, а заходитъ въ истинной точки запада. Каждая изъ этихъ точекъ отстоитъ отъ истинныхъ точекъ юга и сѣвера на 90° . Точки сѣвера, юга, востока и запада называются главными странами свѣта или горизонта. Если мы раздѣлимъ пространство между ними пополамъ, то получимъ еще четыре второстепенныя точки СВ, СЗ, ЮВ и ЮЗ. Дѣленіе это называется обыкновенно розою вѣтровъ; его можно продолжать и дальше, какъ дѣлается на компасѣ.

Плоскость горизонта весьма важна въ томъ отношеніи, что она положеніемъ своимъ къ экватору опредѣляетъ видъ сферы небесной и отдѣляетъ видимую часть неба отъ невидимой.

§ 23. Плоскость горизонта можетъ пересѣкаться съ плоскостью экватора или подъ прямымъ, или подъ косвеннымъ угломъ, или же, наконецъ, мо-

жетъ быть ей параллельна. Отъ этого происходятъ названія прямой, косвенной и параллельной сферы. Въ различныхъ сферахъ движеніе небесныхъ тѣлъ представляется взору наблюдателя различно. Такъ какъ въ прямой сферѣ плоскость экватора перпендикулярна къ плоскости горизонта, то и всѣ дуги, описываемыя свѣтилами на сводѣ небесномъ, должны быть также перпендикулярны къ нему. Изъ этого слѣдуетъ, что въ прямой сферѣ ось міра и полюсы должны находиться въ плоскости горизонта, — экваторъ же и всѣ параллельные круги будутъ дѣлиться горизонтомъ пополамъ. Такимъ образомъ въ мѣстахъ, имѣющихъ прямую сферу, полярная звѣзда будетъ находится въ плоскости горизонта, — всѣ же остальные небесныя свѣтила — одну половину своего пути будутъ совершать надъ горизонтомъ, а другую — подъ горизонтомъ.

Въ мѣстахъ земной поверхности, имѣющихъ параллельную сферу, полюсъ будетъ находится въ зенитѣ круги же, описываемыя небесными свѣтилами, также точно, какъ и экваторъ, будетъ параллельны горизонту; поэтому горизонтъ и экваторъ для мѣстъ этой сферы составляютъ одинъ кругъ и звѣзды въ нихъ никогда не заходятъ. Впрочемъ, надо замѣтить, что здѣсь могутъ быть наблюдаемы звѣзды только одного полушарія; на прим., если мѣсто наблюденія лежитъ къ сѣверу отъ экватора, то изъ него можно видѣть только звѣзды одного сѣвернаго полушарія, потому что звѣзды южнаго полушарія въ этихъ мѣстахъ никогда не показываются надъ горизонтомъ.

Въ мѣстахъ земной поверхности съ косвенной сферой пути всѣхъ небесныхъ свѣтилъ, кромѣ тѣхъ, которыя движутся въ плоскости небеснаго эква-

тора, дѣлятся на двѣ неравныя части. Однѣ свѣтила вовсе не восходятъ и совершаютъ свой путь подѣ горизонтомъ; другія вовсе не заходятъ и движутся надъ горизонтомъ; одинъ полюсъ возвышенъ болѣе или менѣе надъ горизонтомъ, а другой находится подѣ горизонтомъ на такомъ же разстояніи. Тѣ небесныя свѣтила, разстояніе которыхъ отъ полюса, находящагося надъ горизонтомъ, меньше высоты его, будутъ всегда находиться надъ горизонтомъ; тѣ же свѣтила, разстояніе которыхъ отъ полюса, находящагося надъ горизонтомъ, больше разстоянія между полюсомъ и горизонтомъ, не будутъ никогда видимы.

Всѣ точки земной поверхности, лежащія въ плоскости экватора, имѣютъ прямую сферу; точки, лежащія у обонхъ полюсовъ—параллельную, всѣ же остальные—косвенную.

§ 24. **Перемѣна времени года.** Съ открытіемъ закона всеобщаго тяготѣнія, по которому притяженіе пропорціонально массѣ тѣлъ, едвали возможно сомнѣваться въ томъ, что земля обращается вокругъ солнца.

Путь земли около солнца называется земною орбитой, которая равняется 130 милліонамъ миль; слѣдовательно, земля проходитъ въ одну минуту среднимъ числомъ 250 миль, а въ одну секунду болѣе четырехъ миль. Извѣстно, что земля движется вокругъ солнца по эллипсу или продолговатому кругу, поэтому разстояніе ея отъ солнца на протяженіи ея пути не вездѣ одинаково: наименьшее=20,356,000, а наибольшее=21,052,000 миль. Такъ какъ протяженіе обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, то скорость движе-

нія земли по ея орбитѣ не будетъ одинакова: она будетъ тѣмъ больше, чѣмъ земля ближе къ солнцу.

Плоскость небеснаго экватора пересѣкается орбитой земли подъ угломъ въ $23^{\circ} 28'$, а ея ось подъ угломъ въ $66^{\circ} 32'$. Этимъ можно объяснить тотъ фактъ, что земля обращается къ солнцу, то однимъ, то другимъ полюсомъ. 9-го марта земля вступаетъ въ точку пересѣченія ея орбиты съ экваторомъ, которая обыкновенно называется точкой весенняго равноденствія. Въ этотъ день, за исключеніемъ полюсовъ, на всѣхъ точкахъ земной поверхности бываетъ равноденствіе и въ сѣверномъ полушаріи начинается весна. Наблюдая восхождение и заходженіе солнца въ послѣдующіе дни, замѣтимъ, что земля, кромѣ своего движенія отъ з. къ в., удаляется еще отъ экватора все болѣе и болѣе по направленію къ сѣверу. Это продолжается до 10-го іюня, когда земля вступаетъ въ лѣтнюю солнцестоятельную точку, и достигаетъ своего наибольшаго удаленія отъ экватора на $23^{\circ} 28'$. Здѣсь земля своимъ суточнымъ движеніемъ описываетъ тропикъ Рака, и затѣмъ начинаетъ приближаться къ экватору. Съ этого времени въ сѣверномъ полушаріи начинается лѣто. 10-го сентября земля вступаетъ въ осеннюю равноденственную точку и тогда опять на всей землѣ, исключая полюсовъ, бываетъ равноденствіе. Въ послѣдующіе дни земля начинаетъ снова удаляться отъ экватора по направленію къ ю. полюсу и достигаетъ наибольшаго удаленія отъ него ($23^{\circ} 28'$) 10-го декабря. Въ этотъ день земля, вступая въ зимнюю солнцестоятельную точку, своимъ суточнымъ движеніемъ описываетъ тропикъ Ко-

з е р о г а, и въ сѣверномъ полушаріи начинается зима, продолжающаяся до 9 марта, т. е. до тѣхъ поръ пока земля изъ зимней солнцестоятельной точки не перейдетъ въ весеннюю равноденственную.

§ 25. Продолжительность дней и ночей на различныхъ мѣстахъ земной поверхности. Извѣстно, что ось земли съ ея орбитой составляетъ постоянный уголъ. Въ этомъ заключается причина, почему земля во всѣхъ точкахъ своей орбиты, исключая равноденственныхъ, обращена къ солнцу какимъ-нибудь полюсомъ. Когда земля находится въ весенней равноденственной точкѣ, 9 марта, тогда ни одинъ изъ полюсовъ земли не обращенъ къ солнцу и солнце, распространяя свой свѣтъ отъ сѣвернаго полюса P до южнаго P' освѣщаетъ половину земнаго шара (черт. 9) такъ, что предѣлъ освѣщенія, проходя чрезъ полюсы, дѣлитъ всѣ параллельные круги пополамъ. Такъ какъ въ это время каждая точка земной поверхности, при суточномъ вращеніи земли, проходитъ одну половину своего пути на освѣщенной, а другую на неосвѣщенной сторонѣ, то вездѣ день бываетъ равенъ ночи. На полюсахъ же, которые не принимаютъ участія въ суточномъ вращеніи земли, солнце остается въ плоскости горизонта въ теченіе всѣхъ сутокъ, т. е. 9 марта на полюсахъ бываетъ день равенъ 24 часамъ.

Спустя три мѣсяца, 10 іюня, земля приходитъ въ зимнюю солнцестоятельную точку своей орбиты, и тогда сѣверный полюсъ P ближе къ солнцу S , нежели южный P . Изъ чертежа 10-го видно, что мѣста, лежащая внутри сѣвер. полярнаго круга, т. е. пространство отъ P до p будутъ освѣ-

щены солнцемъ, — между тѣмъ, какъ пространство внутри южнаго полярнаго круга отъ P до p' не будетъ освѣщено.

Линія, означающая предѣлъ освѣщенія, будетъ дѣлить всѣ параллельные круги на двѣ неравныя части, изъ которыхъ большія освѣщенные будутъ лежать въ сѣверномъ полушаріи, слѣдовательно, дни будутъ здѣсь больше ночей, а въ южномъ наоборотъ — ночи продолжительнѣе дней. Такъ какъ экваторъ линіей, означающей предѣлъ освѣщенія, дѣлится пополамъ, то во всѣхъ точкахъ земной поверхности, лежащихъ на экваторѣ, въ это время день бываетъ равенъ ночи. Въ мѣстахъ, лежащихъ внутри сѣвернаго полярнаго круга, въ это время будетъ непрерывный день, а въ южномъ полярномъ кругѣ — непрерывная ночь.

Черезъ 3 мѣсяца, 10 сентября, земля приходитъ въ осеннюю равноденственную точку, и такъ какъ она въ это время не обращается къ солнцу ни однимъ изъ своихъ полюсовъ P и P' , то на земной поверхности происходятъ тѣ же явленія, какъ и 9 марта.

Наконецъ, 10 декабря, т. е. спустя еще три мѣсяца, земля приходитъ въ зимнюю солнцестоятельную точку, и тогда южный ея полюсъ p' ближе къ солнцу S нежели сѣверный P .

Изъ чертежа видно, что мѣста, лежащія внутри южнаго полярнаго круга, т. е. пространство отъ P до p' будутъ освѣщены солнцемъ, между тѣмъ какъ пространство внутри сѣвернаго полярнаго круга отъ P до p не будетъ освѣщено (черт. 11). Въ это время въ южномъ полушаріи дни бываютъ продолжительнѣе ночей, а въ сѣверномъ ночи продол-

жительнѣе дней; въ странахъ, лежащихъ внутри южнаго полярнаго круга, будетъ непрерывный день, а внутри сѣвернаго полярнаго круга — непрерывная ночь. На экваторѣ же бываетъ равноденствіе.

§ 26. На основаніи сказаннаго въ предыдущемъ параграфѣ, легко представить себѣ отношеніе дней и ночей въ обоихъ полушаріяхъ для всякаго положенія земли на ея орбитѣ.

По мѣрѣ того какъ земля, начиная съ 9 марта, поворачивается сѣвернымъ полюсомъ къ солнцу, дни въ сѣверномъ полушаріи становятся больше, а въ южномъ — меньше. 10 июня въ сѣверномъ полушаріи продолжительность дня достигаетъ своего maximum, а въ южномъ minimum. Затѣмъ продолжительность дня въ сѣверномъ полушаріи начинаетъ уменьшаться, а въ южномъ — увеличиваться и 10-го декабря день въ южномъ полушаріи достигаетъ своего maximum, а въ сѣверномъ — minimum.

Слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на перемѣну дня и ночи внутри полярныхъ круговъ. Выше было уже замѣчено, что когда земля находится въ равноденственныхъ точкахъ, то оба полюса ея освѣщены солнцемъ; затѣмъ, когда она начинаетъ поворачиваться къ солнцу своимъ сѣвернымъ полюсамъ, предѣлъ освѣщенія земной поверхности солнцемъ переходитъ за этотъ полюсъ и подвигается къ P (фиг.), а отъ южнаго полюса отодвигается по направленію къ p' . Слѣдовательно, начиная съ этого времени, сѣверный полюсъ будетъ постоянно освѣщенъ солнцемъ, такъ какъ суточное движеніе земли на отношеніе его къ солнцу не имѣетъ ни малѣйшаго вліянія, южный же полюсъ

во все это время не будет освѣщенъ. Это продолжается до 10-го сентября, т. е. до тѣхъ поръ, пока земля, двигаясь по своей орбитѣ, не достигнетъ зимней солнцестоятельной точки. Съ этого времени земля начинаетъ приближаться южнымъ полюсомъ къ солнцу и всѣ явленія, зависягія отъ этого, происходятъ въ обратномъ противъ прежняго порядкѣ—на южномъ полюсѣ будетъ непрерывный день, а на сѣверномъ непрерывная ночь.

Слѣдовательно на полюсахъ бываютъ полгода день и полгода ночь.

Когда земля обращена однимъ изъ своихъ полюсовъ къ солнцу, тогда мѣста, лежагія на одномъ изъ полярныхъ круговъ, будутъ освѣщены въ течение цѣлыхъ сутокъ, и тогда день здѣсь достигаетъ своей наибольшей продолжительности. Изъ предъидущаго можно уже заключить, что въ то время, когда на сѣверномъ полярномъ кругѣ въ течение цѣлыхъ сутокъ продолжается день, на южномъ полярномъ кругѣ будетъ ночь и наоборотъ. Итакъ продолжительность дней и ночей между полюсами и полярными кругами проходитъ всѣ степени отъ 24 часовъ до полугода. День будетъ тѣмъ больше, чѣмъ мѣсто лежитъ ближе къ полюсу.

§. 27. Нагрѣваніе земной поверхности и атмосферы, ее окружающей, зависитъ главнымъ образомъ отъ солнца. Солнечные лучи, падая на какое нибудь мѣсто земной поверхности, нагрѣваютъ его; но нагрѣтая земля, въ свою очередь, испускаетъ теплородные лучи въ холодное небесное пространство, поэтому переменны въ температурѣ на каждомъ мѣстѣ земной поверхности зависятъ отъ отношенія между поглощеніемъ и лучеиспусканіемъ те-

плородныхъ лучей. Такъ какъ это отношеніе зависитъ отъ большаго или меньшаго промежутка времени, въ который земля нагрѣвается солнечными лучами и отъ угла, подѣ которымъ они падаютъ, то очевидно, различіе время года находится въ зависимости отъ продолжительности дней и положенія земли по отношенію къ солнцу.

Съ тѣхъ поръ какъ земля, двигаясь по своей орбитѣ, вступаетъ въ весеннюю равноденственную точку, т. е. съ 9-го марта, у насъ начинается весна, а въ южномъ полушаріи—осень; затѣмъ до 10 іюня продолжительность дней все болѣе и болѣе увеличивается, солнце все дольше и дольше остается надъ горизонтомъ, а какъ дни, въ теченіе которыхъ земля получаетъ теплородные лучи, продолжительнѣе ночей, въ которыя она ихъ испускаетъ, то температура на земной поверхности постоянно возрастаетъ. Со вступленія земли въ лѣтнюю солнцестоятельную точку, или съ 10 іюня, у насъ начинается лѣто, а въ южномъ полушаріи—зима, и и продолжается до тѣхъ поръ, пока земля не достигнетъ осенней равноденственной точки. Хотя, начиная съ этого момента, отношеніе между количествомъ получаемыхъ и испускаемыхъ землей теплородныхъ лучей уменьшается, но уменьшеніе это происходитъ такъ медленно, что температура земной поверхности все еще продолжаетъ увеличиваться до тѣхъ поръ, пока количества получаемой и испускаемой землей теплоты не сдѣлаются равными. Въ это время бываетъ самый теплый день въ году, а затѣмъ температура начинаетъ уменьшаться.

Когда земля, двигаясь по своей орбитѣ, встupa-

еть въ осеннюю точку равноденствія, у насъ начинается осень, а въ южномъ полушаріи весна.

Такъ какъ въ нашемъ полушаріи продолжительность дней постоянно уменьшается, а продолжительность ночей увеличивается, и солнечные лучи падаютъ все косвеннѣе и косвеннѣе, то количество теплыхъ земель теплородныхъ лучей будетъ гораздо значительнѣе количества, получаемого ею, и слѣдовательно температура должна понизиться.

Со вступленія земли въ зимнюю солнцестоятельную точку ея орбиты, т. е. съ 10 декабря, у насъ начинается зима, а въ южномъ полушаріи—лѣто.

Съ этого момента, отношеніе между количествомъ получаемыхъ и испускаемыхъ земель теплородныхъ лучей начинаетъ увеличиваться, такъ какъ дни начинаютъ увеличиваться, а ночи—уменьшаться. Но увеличеніе это совершается такъ медленно, что при началѣ зимы количество получаемыхъ земель теплородныхъ лучей значительно меньше количества теплыхъ, и потому температура будетъ понижаться до возобновленія равновѣсія между обоими количествами теплоты.

Наконецъ, когда земля, продолжая свое движеніе вокругъ солнца, всупаетъ снова въ весеннюю равноденственную точку, у насъ снова начинается весна, а въ южномъ полушаріи—осень и т. д.

Итакъ, всѣ четыре времени года въ обоихъ полушаріяхъ происходятъ наоборотъ, и каждое продолжается по три мѣсяца.

Примѣчаніе: Мы уже замѣтили прежде, что не зная законовъ Кеплера и Ньютона и руководствуясь одними чувственными наблюденіями, древніе предполагали, что солнце движется вокругъ земли отъ

в. къ 3. Они замѣтили, что свѣтило это въ теченіе
каждаго года приходитъ 12 созвѣздій, названныхъ
ими зодіакомъ. Видимый путь солнца, называемый
эклиптикой, они дѣлили, по числу созвѣздій, на 12
равныхъ частей. Каждой части, соотвѣтственно тому
созвѣздію, которое лежитъ въ ней, дали особый
знакъ и названіе; эти названія и знаки суть слѣ-
дующіе: Овенъ (γ), Телецъ (δ), Близнецы (π),
Ракъ (ϵ), Левъ (δ), Дѣва (ν), Вѣсы (ζ), Скор-
пионъ (μ), Стрѣлецъ (ι), Козерогъ (δ), Водолей
(μ), Рыбы (μ). Первые три знака зодіака назы-
ваются весенними, затѣмъ послѣдующіе по три—
лѣтними, осенними и зимними.

На основаніи всего сказаннаго намъ о движеніи
земли вокругъ солнца, можно понять, что эклип-
тика есть ни что иное, какъ земная орбита, ка-
кой бы она представилась наблюдателю, еслибы
онъ находился на поверхности солнца.

§ 28. Періодъ времени между двумя послѣдо-
вательными прохожденіями земли чрезъ весен-
нюю точку равноденствія называется тропиче-
скимъ годомъ. Такъ какъ равноденственныя
точки, по причинамъ, которыя здѣсь не могутъ
быть достаточно уяснены, не сохраняютъ своего
неизмѣннаго положенія, но подвигаются ежегодно
на $50''$ къ западу, то продолжительность тропи-
ческаго года, собственно говоря, не одинакова.
Обыкновенно считаютъ тропическій годъ равнымъ
 $365,24224$ сутокъ или 365 суткамъ, 5 часамъ,
 48 минутамъ и 51 секундѣ. Очевидно, что въ
гражданскомъ быту неудобно вести счетъ годамъ,
состоящимъ не изъ цѣлаго числа дней, поэтому
гражданскій годъ, въ которомъ части сутокъ

отбрасываются, нѣсколько разнится отъ тропическаго.

Древніе не знали истинной величины тропическаго года. Египтяне считали въ году 365 сутокъ, т. е. принимали годъ на $\frac{1}{4}$ сутокъ меньше его дѣйствительной величины, слѣдствіемъ чего было то, что съ теченіемъ времени одинъ и тотъ же календарный день проходилъ чрезъ всѣ времена года; такъ напримѣръ: если въ извѣстное время 21 марта совпадало съ весеннимъ равноденствіемъ, то спустя 365 лѣтъ 21 марта должно приходиться во время лѣтняго солнцестоянія. Чтобы устранить такую несообразность, Юлій Цезарь, въ 45 году по Р. Хр., вызвалъ изъ Египта знаменитаго астронома Созигена и поручилъ ему со всевозможной точностью опредѣлить величину года. Созигенъ опредѣлилъ ее въ $365\frac{1}{4}$ сутокъ, и предложилъ раздѣлить годы на простые и высокосные, съ тѣмъ, чтобы на каждые три простые года, заключающіе въ себѣ по 365 сутокъ, приходилъ одинъ высокосный въ 366 сутокъ. Но Созигенъ при вычисленіи величины тропическаго года ошибся на 0,776 сутокъ во 100 лѣтъ или на трое сутокъ въ 400, вслѣдствіе чего въ теченіе нѣсколькихъ столѣтій въ лѣтосчисленіе вкралась значительная погрѣшность, такъ что уже въ 1582 году, считая по Юліанскому календарю, весеннее равноденствіе приходилось 11 марта, тогда какъ въ дѣйствительности оно должно было быть 21.

Чтобы исправить эту ошибку, папа Григорій XIII въ 1582 году ввелъ новый календарь, извѣстный подъ именемъ Григоріанскаго. Въ немъ принято за основаніе опредѣленіе Никейскаго со-
Физич. геогр.

бора въ 325 году, въ силу котораго весеннее равноденствіе должно относить всегда къ 21 марту, а Пасху праздновать въ первое воскресеніе послѣ полнолунія, слѣдующаго за весеннимъ равноденствіемъ. Съ этой цѣлью было предписано сократить 1582 годъ на 10 дней, т. е. послѣ 4 октября начать прямо считать 15-е, во избѣжаніе же снова ошибокъ въ лѣтосчисленіи было постановлено, чтобы первый годъ каждаго столѣтія, который по Юліанскому календарю будетъ высокоснымъ, считать простымъ, если число года не дѣлится на цѣло на 400. Такимъ образомъ, по Григоріанскому календарю 1600 и 2000 годы будутъ высокосными, 1500, 1900 и т. п.—простыми. Григоріанскій календарь въ настоящее время принятъ у всѣхъ западныхъ европейскихъ народовъ, Юліанскій же удержанъ только русскими и греками. Итакъ, есть два календаря или стили—старый или Юліанскій и новый или Григоріанскій. Мы придерживаемся перваго и слѣдовательно отстали въ своемъ численіи отъ западныхъ народовъ на 12 дней, такъ что, 1 января нашего календаря есть 13 западнаго и обратно.

§ 29. Поясы земнаго шара. Тропиками и полярными кругами земной шаръ дѣлится на 5 поясовъ: одинъ жаркій, два умѣренныхъ и два холодныхъ.

Жаркій поясъ лежитъ между тропиками, посрединѣ между которыми проходитъ экваторъ, и занимаетъ пространство въ 380,000 кв. миль. Такъ какъ въ этомъ поясѣ солнечныя лучи падаютъ почти перпендикулярно къ поверхности земли, то температура его чрезвычайно высокая и здѣсь бы-

ваетъ только два времени года: лѣто—сухое и зима—мокрая, во время которой идутъ проливные дожди.

Умѣренные поясы, одинъ сѣверный, а другой южный, лежатъ между тропиками и полярными кругами; сѣверный—въ сѣверномъ, а южный—въ южномъ полушаріи. Каждый изъ нихъ занимаетъ пространство слышкомъ въ 2,000,000 кв. миль. Такъ какъ въ этихъ поясахъ солнечные лучи падаютъ на поверхность земли косвенно, то температура здѣсь умѣренная и всѣ четыре времени года довольно рѣзко различаются одно отъ другаго.

Между полюсами и полярными кругами лежатъ два холодные пояса въ сѣверномъ полушаріи сѣверный холодный поясъ, а въ южномъ—южный. Въ обоихъ холодныхъ поясахъ солнечные лучи, падая на поверхность земли, образуютъ съ нею весьма малый уголъ, отъ чего здѣсь бываютъ вѣчные льды и снѣга и только два времени года продолжительная суровая зима и весьма короткое жаркое лѣто. Каждый изъ холодныхъ поясовъ занимаетъ пространство въ $\frac{1}{2}$ милліона кв. миль.

§ 30. **О лунѣ.** Наблюдая положеніе луны на сводѣ небесномъ относительно какой нибудь неподвижной звѣзды, лежащей отъ нея къ В., мы замѣтимъ, что разстояніе, ихъ раздѣляющее, быстро уменьшается и что, слѣдовательно, луна движется отъ запада къ востоку. Такъ какъ она никогда не покидаетъ нашего шара, то ее и называютъ спутникомъ земли. Луна, подобно прочимъ спутникамъ, принадлежитъ къ числу самыхъ малыхъ тѣлъ въ нашей солнечной системѣ: радіусъ ея = 468

милямъ, поверхность= $\frac{1}{80}$ поверхности земли, объемъ= $\frac{1}{86}$ объема земли, плотность=3, если плотность воды принять за единицу; разстояніе отъ земли=51,829 милямъ или $60\frac{1}{4}$ радиусамъ земли. Луна обращается вокругъ земли въ 27 дней, 7 часовъ и $43\frac{1}{5}$ минутъ по эллипсу, на основаніи тѣхъ же самыхъ законовъ, по которымъ планеты движутся вокругъ солнца. Если луна и солнце находятся на одной сторонѣ горизонта, то говорятъ, что они находятся въ соединеніи. Періодъ времени между двумя послѣдовательными соединеніями луны и солнца, называется синодическимъ мѣсяцемъ. Въ теченіе синодическаго мѣсяца положеніе луны по отношенію къ солнцу измѣняется на 360° . Это движеніе луны, называемое синодическимъ обращеніемъ, равняется 29 суткамъ, 12 часамъ и 44 минутамъ. Противостояніемъ называется такое положеніе луны по отношенію къ солнцу, при которомъ земля находится между солнцемъ и луной. Оба названныя нами положенія луны, т. е. соединеніе и противостояніе называются сизигіями. То положеніе луны, при которомъ она находится въ разстояніи 90° отъ солнца, называется квадратурой. Отъ синодическаго обращенія луны зависитъ весьма любопытное явленіе, замѣченное еще въ глубокой древности и называемое ея фазами. Луна появляется вечеромъ на западной сторонѣ неба въ видѣ весьма тонкаго серпа, котораго круглая выпуклость обращена къ солнцу, а вогнутость въ противоположную сторону, т. е. къ востоку. Съ каждымъ днемъ ширина серпа увеличивается и, по прошествіи извѣстнаго времени, луна пред-

ставляется намъ въ видѣ круга; затѣмъ она снова принимаетъ серпообразный видъ, освѣщаясь уже съ востока, и наконецъ совсѣмъ исчезаетъ. Это явленіе весьма легко объясняется, если принять во вниманіе, что луна есть темное и круглое тѣло, заимствующее свой свѣтъ отъ солнца, и что видъ, въ какомъ она представляется взору наблюдателя, находящагося на земной поверхности, будетъ вполне зависѣть отъ ея положенія по отношенію къ солнцу. Въ самомъ дѣлѣ пусть S будетъ солнце, T земля, а L , L_1 , L_2 , L_3 —четыре главныхъ положенія, занимаемая луной при обращеніи вокругъ земли. Такъ какъ луна получаетъ свой свѣтъ отъ солнца, то та только часть ея будетъ освѣщена, а слѣдовательно и видна съ поверхности земли, которая обращена къ нему, другая же будетъ темная.

Во время соединенія, т. е. когда луна находится въ L , она обращена къ намъ своей неосвѣщенной стороной, поэтому мы луны не видимъ. (черт. 11-й) Какъ только луна начинаетъ приближаться къ L_1 , мы начинаемъ видѣть узкую полосу ея освѣщенной стороны и чрезъ семь съ половиной дней, достигнувъ точки L , она представляется намъ въ видѣ свѣтлаго полукруга. По мѣрѣ того, какъ луна подвигается по направленію къ L_2 , мы видимъ все большую и большую часть ея освѣщенной стороны, и, достигнувъ точки L_2 , она представится намъ въ видѣ свѣтлаго круга. Затѣмъ, когда луна начинаетъ подвигаться отъ L_2 къ L_3 , мы начинаемъ терять изъ виду часть ея освѣщенной стороны, и когда она достигнетъ точки L_3 , то мы будемъ видѣть только половину ея освѣщенной стороны. При дальнѣйшемъ движеніи луны, по направленію отъ

L_3 къ L . мы мало-по-малу теряемъ ее изъ виду и когда она достигнетъ точки L , то, какъ уже замѣтили, совершенно не будетъ нами видима. Время, въ которое луна находится въ точкѣ L , называется новолуніемъ, въ точкѣ L_1 — первой четвертью, а въ точкѣ L_2 — полнолуніемъ и наконецъ, въ точкѣ L_3 — послѣдней четвертью.

Часы восхожденія и захожденія луны находятся въ тѣсной связи съ ея фазами. Во время новолунія луна восходитъ и заходитъ вмѣстѣ съ солнцемъ, такъ что въ продолженіе дня луна находится надъ горизонтомъ, а ночью — подъ горизонтомъ, — и слѣдовательно во время новолунія ночи не освѣщаются луной; въ полнолуніе же бываетъ наоборотъ: луна восходитъ при захожденіи солнца, а заходитъ при его восхожденіи и значитъ освѣщаетъ землю въ теченіе всей ночи. Во время первой четверти луна восходитъ при захожденіи солнца, а заходитъ въ полночь; въ послѣднюю же четверть она восходитъ въ полночь, а заходитъ при восхожденіи солнца.

Примѣчаніе: Въ началѣ этого параграфа мы сказали, что луна отстоитъ отъ земли на разстояніи равномъ $60\frac{1}{4}$ земныхъ радіусовъ, также точно прежде мы выразили въ миляхъ разстояніе земли отъ солнца, покажемъ теперь, какимъ образомъ можетъ быть опредѣлено разстояніе свѣтилъ отъ земли. Чтобы опредѣлить разстояніе между землей и какимъ-нибудь свѣтиломъ, употребляютъ тотъ же пріемъ, какъ и для опредѣленія разстоянія до какого-нибудь недоступнаго предмета, находящагося на земной поверхности.

Параллаксъ. Пусть (черт. 13 й) точка A — недоступный предметъ, B — мѣсто наблюденія. Беремъ

произвольной, но определенной величины прямую BC , и, при помощи угломерныхъ инструментовъ, измѣряемъ углы B и C , образуемые прямою BC съ лучами зрѣнія, направленными изъ точекъ B и C на непрístupный предметъ A .

Положимъ для краткости, что $BC=a$, $AB=c$, $AC=b$, то изъ треугольника ABC будемъ имѣть:

$$b: a = \sin B: \sin A,$$

$$c: a = \sin C: \sin A,$$

Откуда $b = \frac{a \sin B}{\sin A}$. Но такъ какъ уголь $A = 180^\circ - (B+C)$, то получимъ

$$b = \frac{a \sin B}{\sin (B+C)}$$

$$\text{и } c = \frac{a \sin C}{\sin (B+C)}$$

Изъ этихъ формулъ видно, что, зная a , C и B , легко опредѣлить и c или b . Для опредѣленія разстоянія свѣтилъ отъ земли въ астрономіи есть и другіе способы, напр. способъ, основанный на измѣреніи параллакса свѣтилъ. Параллаксомъ называется уголь, составляемый лучами зрѣнія, направленными изъ центра земли и мѣста наблюденія на какое-нибудь свѣтило.

Пусть кругъ, (черт. 14-й) представленный на чертѣжѣ, означаетъ поверхность земнаго шара. O —центръ его, A —мѣсто наблюденія. S —звѣзда, уголь ASO —параллаксъ ея.

Прежде, нежели покажемъ, какъ опредѣлить ве-

личину угла ASO , замѣтимъ слѣдующее: такъ какъ уголъ ZAS , называемый зенитальнымъ разстояніемъ звѣзды, можетъ быть опредѣленъ при помощи астрономическихъ наблюденій и вычисленій, то слѣдовательно величина угла $SAO = 180^\circ - ZAS$ можетъ считаться извѣстной. Означивъ для краткости уголъ ASO чрезъ p , уголъ ZAS чрезъ Z , AO чрезъ R , SO чрезъ d , изъ треугольника OAS получимъ: $\sin p : \sin (180^\circ - Z) = R : d$ или же

$$\sin p = \frac{\sin Z}{d} R \quad (1)$$

Еслибы звѣзда находилась въ плоскости горизонта мѣста наблюденія, т. е. въ точкѣ S' , то уголъ Z равнялся бы 90° . Подставивъ въ послѣднюю формулу вмѣсто $Z - 90^\circ$ и означивъ для этой величины угла Z параллаксъ чрезъ k , получимъ:

$$\sin p = \frac{R}{d} \quad (2)$$

Послѣдняя формула говоритъ намъ, что, зная величину угла k , называемого обыкновенно горизонтальнымъ параллаксомъ, можно опредѣлить d или разстояніе свѣтила отъ центра земли. Въ астрономіи излагаются способы для опредѣленія горизонтальнаго параллакса. Найдено, что горизонтальный параллаксъ луны $= 57' 2''$, а горизонтальный параллаксъ солнца $= 8'' 6$. Подставивъ эти значенія во (2) формулу и опредѣливъ d , получимъ: $d =$

$$\frac{R}{\sin 57' 2''} = 60\frac{1}{4} R \text{ и } d = \frac{R}{\sin 8''} b = \frac{1}{24000} k,$$

т. е. разстояніе земли отъ луны въ $60\frac{1}{4}$ разъ больше земнаго радіуса, а отъ солнца въ 24000 разъ.

Зная, кромѣ горизонтальнаго параллакса, уголъ, составленный лучами зрѣнія, направленными на двѣ крайнія точки свѣтила или видимый діаметръ его, можно опредѣлить и величину его.

Замѣтимъ, что горизонтальный параллаксъ есть уголъ зрѣнія, подъ которымъ наблюдатель, находясь на какомъ-нибудь свѣтилѣ, видѣлъ бы земной радіусъ, слѣдовательно, зная горизонтальный параллаксъ и видимый радіусъ свѣтила, мы знаемъ углы зрѣнія, подъ которыми представляются радіусы земли и свѣтила на разстояніи, равномъ удаленію свѣтила отъ земли. Такъ какъ углы эти имѣютъ величину незначительную, то можно принять безъ значительной погрѣшности, что они относятся между собой какъ радіусы земли и свѣтила, т. е. радіусъ свѣтила: къ радіусу земли=видимый радіусъ свѣтила: къ его параллаксу.

Видимый радіусъ луны = $15'31''$, слѣдовательно радіусъ луны: радіусу земли = $15'31'' : 57''{,}2$ или радіусъ луны = $\frac{1}{3}\frac{4}{5}$, т. е. онъ въ $3\frac{4}{5}$ раза меньше радіуса земли.

Видимый радіусъ солнца = $16'$, слѣдовательно радіусъ солнца въ 112 разъ больше радіуса земли.

Итакъ, при помощи предыдущихъ формулъ, мы получаемъ: удаленіе земли отъ луны = 51,535 географ. миль; діаметръ луны = 236; поверхность луны = $\frac{1}{50}$ поверхн. земли; объемъ луны = $\frac{1}{86}$ объема земли. Удаленіе земли отъ солнца = 20,000,000; діаметръ солнца = 190,000 географ. миль; поверхность его = ; объемъ =

Примѣчаніе 2. Луна обращена къ намъ постоян-

но одной и той же стороной; это доказываетъ, что она во время движенія своего около земли ровно одинъ разъ повернется вокругъ своей оси. Благодаря трудамъ астрономовъ, свѣдѣнія наши о половинѣ лунной поверхности, обращенной къ намъ довольно обстоятельны.

Уже невооруженнымъ глазомъ можно различать на видимомъ дискѣ луны свѣтлыя и темныя пятна, неправильно расположенныя; но съ помощью телескоповъ на немъ видны горы, углубленія, равнины и моря. Астрономы съ величайшей точностью составили карту лунной поверхности, такъ что въ настоящее время она лучше изслѣдована, чѣмъ нѣкоторыя мѣстности на землѣ.

§ 31. О затмѣніяхъ. Когда луна проходитъ между землею и солнцемъ и тѣнь луны достигаетъ до земной поверхности, то происходитъ солнечное затмѣніе, которое можетъ быть полнымъ или частнымъ. Полное солнечное затмѣніе, называемое также центральнымъ, происходитъ тогда, когда центры луны и солнца находятся на одной прямой.

Если при затмѣніи видны только края солнца, а середина его закрыта, то такое затмѣніе будетъ называться кольцеобразнымъ.

Солнечныя затмѣнія, наблюдаемыя въ одно и то же время, могутъ быть для однихъ мѣстъ земной поверхности полными, а для другихъ—частными. Такъ какъ видимые діаметры луны и солнца почти одинаковы и луна проходитъ довольно скоро мимо солнца, то полное солнечное затмѣніе не можетъ продолжаться болѣе 4 минутъ. Затмѣніе всегда на-

чинается на западномъ краѣ видимаго солнечнаго диска и оканчивается на восточномъ.

Когда земля проходитъ между солнцемъ и луною и тѣнь, отбрасываемая землею, достигаетъ луны, то происходитъ лунное затмѣіе. Лунныя затмѣія бываютъ также полныя и частныя и притомъ въ одно и тоже время для всѣхъ странъ одинаковы. Они обыкновенно начинаются на восточномъ краѣ видимаго диска луны и оканчиваются на западномъ.

Лунныя затмѣія бываютъ чаще солнечныхъ и какъ величина земной тѣни, сравнительно съ величиною луны, довольно значительна, то лунныя затмѣія продолжаются иногда болѣе 2-хъ часовъ.

Примѣчаніе: Земля, какъ темное тѣло, должна отбрасывать тѣнь, которая по причинѣ незначительной величины земли сравнительно съ солнцемъ, принимаетъ видъ конуса, основаніе котораго *ad* представляетъ окружность земли (черт. 15-й). Въ это пространство не проникаетъ ни одного солнечнаго луча и оно называется ядромъ тѣни. Ядро это окружено полутѣнью или мѣстами, въ которыя проникаетъ, хотя немного, солнечныхъ лучей. Длина ядра земной тѣни = почти 216 земныхъ радіусовъ. Очевидно, что если луна будетъ проходить чрезъ тѣнь земли, что можетъ случиться во время полнолунія, то происходитъ лунное затмѣіе. Нѣсколько словъ, сказанныхъ ниже, могутъ достаточно уяснить, что не при каждомъ полнолуніи происходитъ лунное затмѣіе.

Луна удалена отъ земли на $60\frac{1}{2}$ земныхъ радіусовъ; но діаметръ ядра тѣни на такомъ разстояніи = 2,9 луннаго діаметра. Діаметръ ядра тѣни, наблюдаемый изъ земли, въ этомъ мѣстѣ

видѣнь подѣ угломъ въ $44'$ около. Такъ какъ центры земной тѣни всегда находится на ея орбитѣ и діаметрально противоположенъ солнцу, то лунное затмѣніе происходитъ только тогда, когда луна, во время полнолунія, приблизится, по крайней мѣрѣ, на разстояніе $44'$ отъ земной орбиты. Если же луна во время полнолунія проходитъ мимо земной орбиты въ разстояніи большемъ $44'$, то въ этомъ случаѣ не бываетъ луннаго затмѣнія.

Солнечныя затмѣнія происходятъ только тогда, когда земля проходитъ чрезъ тѣнь луны, что можетъ случиться только во время новолунія.

Такъ какъ луна отстоитъ далеко отъ земной орбиты, то лунная тѣнь по большей части проходитъ, не касаясь земли, или подѣ нею, слѣдовательно, солнечное затмѣніе бываетъ не при каждомъ новолуніи, оно можетъ случиться тогда только, когда луна, во время своего соединенія съ солнцемъ, находится весьма близко къ земной орбитѣ.

Для тѣхъ мѣстъ земной поверхности, на которыя прямо падаетъ ядро лунной тѣни, видимый солнечный дискъ совершенно закрывается луною и для нихъ происходитъ полное солнечное затмѣніе. Въ тѣхъ мѣстахъ земной поверхности, при наблюденіи съ которыхъ центры солнца и луны совпадаютъ, затмѣніе бываетъ центральнымъ. Если при центральномъ затмѣніи видимый діаметръ солнца болѣе видимаго діаметра луны, то оно называется кольцеобразнымъ.

Въ тѣхъ мѣстахъ земной поверхности, которыя непосредственно лежатъ въ полутѣни луны, закрывается только часть видимаго солнечнаго диска, и происходитъ частное затмѣніе.

§ 32. **Широта и долгота мѣстъ, лежащихъ на земной поверхности.** Для опредѣленія положенія какой-нибудь точки на шарѣ, надо знать разстояніе ея отъ двухъ постоянныхъ взаимно перпендикулярныхъ круговъ. За такіе круги на земной поверхности принимаются экваторъ и первый меридіанъ.

Разстояніе какого-нибудь мѣста, лежащаго на земной поверхности, отъ экватора, считая по меридіану, называется его широтой, а разстояніе отъ того же мѣста до 1-го меридіана, считая по экватору, называется его долготой. Зная широту и долготу какого-нибудь мѣста, мы можемъ съ точностью опредѣлить его положеніе на земной поверхности. Широта бываетъ сѣверная и южная, смотря по тому, лежитъ ли мѣсто, положеніе котораго желаемъ опредѣлить, въ сѣверномъ или въ южномъ полушаріи; такъ какъ экваторъ лежитъ на разстояніи 90° отъ каждаго изъ полюсовъ, то, очевидно, что дуга меридіана, по которой опредѣляется широта какого-нибудь мѣста не можетъ быть болѣе 90° .

Жители экваторіальныхъ странъ не имѣютъ широты и для нихъ полюсы всегда лежатъ въ плоскости горизонта, во всѣхъ же остальныхъ мѣстахъ земной поверхности одинъ изъ полюсовъ представляется надъ горизонтомъ, а другой — подъ горизонтомъ. Возвышеніе одного и пониженіе другаго полюса надъ горизонтомъ какого-нибудь мѣста равняется его высотѣ. Положимъ, что наблюдатель идетъ по направленію отъ экватора къ сѣверному полюсу, то горизонтъ его въ той сторонѣ, въ которую онъ идетъ, будетъ понижаться, а въ про-

тивоположной возвышаться; вмѣстѣ съ этимъ одинъ изъ полюсовъ будетъ возвышаться, а другой опустится подъ горизонтъ. Если, напримѣръ, наблюдатель подвинется отъ экватора къ сѣверу на 5° , то сѣверный полюсъ поднимается надъ горизонтомъ на 5° , а южный на столько же опустится. Изъ чего можно заключить, что высота полюса и широта какого нибудь мѣста на земной поверхности равны.

Долгота бываетъ восточная и западная, смотря потому, лежитъ ли мѣсто, положеніе котораго опредѣляется, къ востоку или западу отъ перваго меридіана.

За первый меридіанъ можно принять какой угодно, но съ давняго времени принято считать первымъ меридіаномъ тотъ, который проходитъ чрезъ островъ Ферро. Впрочемъ, англичане за первый меридіанъ считаютъ Гринвическій, французы—Парижскій, а русскіе—Пулковскій. Въ астрономическихъ таблицахъ, показывающихъ долготу различныхъ мѣстъ, обыкновенно обозначается, относительно какого именно меридіана она опредѣлена.

§ 33. Способы для опредѣленія широты и долготы мѣстъ, лежащихъ на земной поверхности. Въ Астрономіи есть нѣсколько способовъ для опредѣленія широты какого нибудь мѣста; простѣйшій изъ нихъ состоитъ въ слѣдующемъ: опредѣляютъ, при помощи особыхъ инструментовъ, наибольшую высоту какой нибудь незаходящей звѣзды, и берутъ полуразность этихъ высотъ, сложенную съ наименьшей высотой звѣзды,—сумма этихъ величинъ будетъ равняться высотѣ полюса или широтѣ мѣста.

Что же касается до способа опредѣленія долготы какого-нибудь мѣста, то онъ основанъ на довольно простомъ началѣ. Но прежде, нежели изложимъ этотъ способъ, замѣтимъ слѣдующее: въ обыденной жизни время считается по теченію солнца, которое, какъ намъ кажется, вмѣстѣ со сводомъ небеснымъ обращается вокругъ земли отъ востока къ западу. Когда солнце вступаетъ на меридіанъ какого-нибудь мѣста, то тамъ бываетъ полдень, поэтому чѣмъ мѣсто лежитъ восточнѣе, тѣмъ полдень наступаетъ раньше; такъ что разность въ долготахъ на 15° производитъ разницу во времени на одинъ часъ. Этимъ обстоятельствомъ объясняется тотъ фактъ, что мореплаватель, отправляясь откуда-нибудь въ кругосвѣтное путешествіе, по направленію отъ запада къ востоку, возвратясь назадъ, будетъ считать дни иначе, нежели жители, оставшіеся на мѣстѣ. Въ самомъ дѣлѣ, мореплаватель, отправляясь на востокъ, чрезъ каждые 15° будетъ считать полдень часомъ раньше, чѣмъ жители оставленнаго имъ мѣста; такъ что, обойдя землю вокругъ или пройдя 360° и возвратясь назадъ, онъ начинаетъ считать свой день 24 часами ранѣе прочихъ постоянныхъ жителей мѣста, изъ котораго было принято путешествіе.

Основываясь на приведенныхъ нами соображеніяхъ, можно сказать, что, зная долготу одного какого-нибудь мѣста, можно опредѣлить и долготу другого, если только будетъ извѣстна разность въ ихъ времени. Пусть, напримѣръ, въ мѣстѣ *a*, западная долгота котораго 110° , считается 30 минутъ перваго, если въ тотъ же моментъ въ другомъ мѣстѣ *b*, лежащемъ отъ перваго къ западу,

считается два часа, то это значить, что долгота мѣста *b* будетъ $= 132\frac{1}{2}$ градусовъ, такъ какъ разница во времени на $1\frac{1}{2}$ часа $=$ разности въ дугахъ на $22\frac{1}{2}^\circ$.

Итакъ, все дѣло сводится на то, чтобы узнать для одного и того же момента разницу во времени въ двухъ различныхъ мѣстахъ. Если мѣста соединены между собой при помощи электрическаго телеграфа, то въ этомъ случаѣ не представляется ни малѣйшихъ затрудненій, потому что скорость электричества въ сравненіи съ земными пространствами можетъ быть принята мгновенной. Слѣдовательно, условившись заранѣе, наблюдатели могутъ замѣтить время въ моментъ замкнутія гальванической цѣпи и по разницѣ временъ опредѣлить разность долготъ данныхъ мѣстъ. Если же при этомъ долгота одного изъ мѣстъ наблюденія извѣстна, то и долгота другаго легко опредѣлится.

Для опредѣленія долготы мѣстъ, не соединенныхъ между собой электрическимъ телеграфомъ, прибѣгаютъ къ пособію оптическихъ телеграфовъ, т. е. на возвышенныхъ мѣстахъ зажигаютъ порохъ и наблюдаютъ моментъ вспышки его изъ мѣстъ долготы которыхъ опредѣляется.

Чаще всего опредѣляетъ долготу мѣстъ при помощи переноски хронометровъ, но объ этомъ способѣ, равно какъ и о способахъ опредѣленія долготы при помощи наблюденій надъ затмѣніями спутниковъ планетъ, мы не будемъ говорить, потому что это, собственно говоря, относится къ астрономіи.

§ 34. **Опредѣленіе плотности земли.** Разсматривая движеніе небесныхъ тѣлъ въ простран-

ствѣ, мы говорили о ихъ массахъ и плотностяхъ, опредѣлимъ же теперь среднюю плотность земли.

Отношеніе между вѣсомъ какого-нибудь тѣла и воды при равномъ объемѣ называется его плотностью. Изъ этого слѣдуетъ, что для опредѣленія плотности какого-нибудь тѣла, надо взвѣсить его, затѣмъ взять равное по объему количество воды и, опредѣливъ также его вѣсъ, составить отношеніе между вѣсомъ тѣла и воды. Но такъ какъ всей земли непосредственно взвѣсить нельзя, то очевидно, надо прибѣгнуть для опредѣленія ея плотности къ иному способу. Извѣстно, что отвѣсъ, привѣшенный на совершенно ровномъ мѣстѣ, всегда направляется къ центру земли. Но если съ одной стороны отвѣса находится значительная масса, возвышающаяся надъ поверхностью равнины, напр. гора, то она будетъ притягивать къ себѣ гирию отвѣса и произведетъ отклоненіе его отъ вертикальнаго направленія. Въ 1772 году Маскелинъ и Гютонъ, производя астрономическія наблюденія въ Шотландіи, близъ горы Шегальена, замѣтили, что отвѣсы въ двухъ различныхъ мѣстахъ, лежащихъ на одномъ меридіанѣ, на сѣверъ и югъ отъ названной горы, уклонялись отъ вертикальнаго направленія и составляли между собой уголъ въ 53 секунды. Но при помощи астрономическихъ наблюденій величина того же самого угла получилась равной всего только 41 секундѣ, слѣдовательно разница въ выводахъ, получаемыхъ изъ непосредственнаго опыта надъ отвѣсами и астрономическихъ наблюденій, доходила до 12 секундъ. Зная законъ всеобщаго тяготѣнія, Маскелинъ и Гютонъ объяснили это несовпаденіе выводовъ вліяніемъ массы горы на от-

Физич. геогр.

вѣсы. Опредѣливъ точнымъ измѣреніемъ объемъ горы и зная удѣльный вѣсъ горныхъ породъ, изъ которыхъ она состоитъ, они опредѣлили всю массу ея. Затѣмъ вычисливъ, въ какомъ отношеніи притягательная сила горы находится къ притяженію, производимому всей землей, они опредѣлили массу и плотность всего земнаго шара.

Маскелинъ этимъ путемъ опредѣлилъ среднюю плотность земли въ 4,71, но позднѣйшія наблюденія другихъ ученыхъ показали, что онъ ошибся нѣсколько въ своихъ вычисленіяхъ, такъ какъ средняя плотность земли на самомъ дѣлѣ $\approx 5,5$. Зная среднюю плотность земли и ея объемъ, нетрудно опредѣлить и ея массу или вѣсъ.