

22.6  
H93

Проф. С. Ньюкомъ

АСТРОНОМІЯ

ДЛЯ ВСѢХЪ



МАТЕМАТИКА



12/15

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ  
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ

указанного здесь срока

4 ★

6

Проф. С. Хьюкомъ

5  
H93

# АСТРОНОМІЯ 12 ДЛЯ ВСѢХЪ

ПЕРЕВОДЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО

съ предисловіемъ

*А. Р. Орбинскаго*

*200*

Приватъ-доцента Императорскаго Новороссійскаго  
Университета

*55608.к.*

Съ портретомъ Автора, 64 рисунками въ текстѣ и 1 отдѣльной  
таблицей.

Цена 1 р. 50 к.



Типографія С. С. Сурянова, ул. Новосельскаго, 66.

1905.

22.6  
193  
1957

1900

41 г.

48 г.

44 г.

1967 - 3 ИЮН  
1967 - 3 ИЮН

Дозволено цензурою. Одесса 4 марта 1905 г.

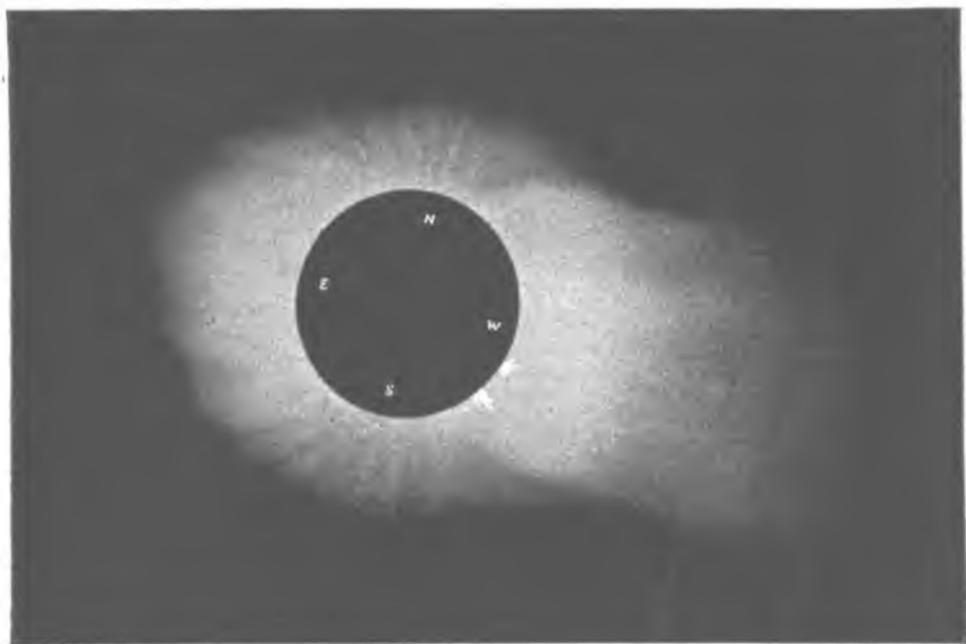
783008

**ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ**

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГОРОДСКАЯ  
ПУБЛИЧНАЯ БИБЛИОТЕКА  
им. П. А. Некрасова



Проф. С. НЬЮКОМЪ.



Полное солнечное затмение 29 мая 1900 г. по фотографии  
экспедиции Смитсоновского Института.

## Предисловіе къ русскому изданію.

На русскомъ языкѣ имѣется въ настоящее время нѣсколько книгъ по популярной астрономіи, между которыми первое, пожалуй, мѣсто принадлежитъ книгѣ того же Ньюкома<sup>1)</sup>, и потому будетъ нелишнимъ, можетъ быть, отмѣтить нѣкоторыя особенности настоящей книги.

Но прежде, чѣмъ перейти къ этому, я позволю себѣ остановиться на личности самого автора.

Саймонъ Ньюкомъ (Simon Newcomb) родился 28 февраля (12 марта) 1835 года въ гор. Wallace (Новая Шотландія, С. Америка). Еще юношу, судьба перенесла его въ Соединенные Штаты, гдѣ онъ окончилъ университетъ (знаменитый Harvard College), къ концу пребыванія въ которомъ онъ уже сталъ принимать участіе въ составленіи американскаго астрономическаго календаря. Въ 1861 году Ньюкомъ сталъ профессоромъ Вашингтонской Военно-морской академіи, а затѣмъ и редакторомъ упомянутаго выше American Ephemeris and Nautical Almanac. Послѣдній постъ онъ сохранилъ до 1897 года, когда вышелъ въ отставку.

Вотъ и вся несложная внѣшняя біографія Ньюкома. Тѣмъ, однако, богаче внутреннее ея содержаніе. Энер-

<sup>1)</sup> „Астрономія въ общедоступномъ изложеніи С. Ньюкомба и Р. Энгельмана, дополненная Г. Фогелемъ“. СПб. 1896. Эта книга представляетъ собою переводъ второго нѣмецкаго изданія книги Ньюкома Popular Astronomy, 1877. Издатель перваго нѣмецкаго изданія Энгельманъ далъ не просто переводъ книги Ньюкома, а значительно расширенную и дополненную передѣлку его, увеличенную еще больше во второмъ нѣмецкомъ изданіи Г. Фогелемъ.

Кстати замѣтить, у насъ большей частью приходится видѣть фамилію Newcomb въ какомъ-то англійско-нѣмецкомъ чтеніи: первая половина (new) читается по-англійски, а вторая (comb) по-нѣмецки. Въ англійскомъ произношеніи *b* на концѣ исчезаетъ совершенно.

гія, такъ ясно написанная на его лицѣ<sup>1)</sup>, была направлена главнымъ образомъ въ ту сторону, съ которой было связано его положеніе, какъ редактора астрономическаго календаря. Но, можетъ быть, не всякому читателю случалось видѣть такіе календари. Пусть онъ представитъ себѣ увѣсистый томъ страницъ въ 600, заполненныхъ однѣми цифрами въ нѣсколько колоннъ съ различными болѣе или менѣе удобопонятными заголовками. Эти безчисленныя цифры представляютъ, такъ сказать, концентрированный экстрактъ современныхъ астрономическихъ знаній: онѣ даютъ возможно-точные положенія небесныхъ свѣтилъ—солнца, планетъ, звѣздъ — и указываютъ обусловленные этими положеніями астрономическія явленія, какъ затменія луны и солнца, покрытія звѣздъ луною и пр. И эти положенія даются за нѣсколько лѣтъ *впередъ*. Для того чтобы достигнуть современной точности этихъ предсказаній, человѣческой мысли въ лицѣ лучшихъ ея представительей понадобилось двѣ тысячи лѣтъ. И теперь, въ результатъ этой работы мы можемъ предсказать положеніе солнца, планеты и др. на много лѣтъ впередъ съ точностью до долей секунды дуги. А секунда дуги, нужно помнитъ, есть уголъ, подъ которымъ виденъ поперечникъ человѣческаго волоса съ разстоянія въ десять сажень.

Задача этихъ предсказаній или, говоря точнѣе, вопросъ о движеніи небесныхъ свѣтилъ разбивается на двѣ части. Во-первыхъ, надо построить *теорію* движенія, а во вторыхъ изъ данныхъ наблюденія извлечь рядъ величинъ, при помощи которыхъ формулы теоріи могутъ получить опредѣленные числовые значенія.

Это будетъ яснѣе на примѣрѣ: древніе астрономы думали, что всѣ небесныя тѣла движутся равномерно по круговымъ орбитамъ. Но уже Гиппарху было извѣстно изъ наблюденій, что солнце, на примѣрѣ, въ различныхъ частяхъ своего пути движется съ раз-

<sup>1)</sup> Товарищество Матезисъ позволило себѣ приложить къ настоящему изданію портретъ проф. Ньюкома, котораго въ оригиналѣ, конечно, нѣтъ (взять изъ Lebon „Histoire de l'Astronomie“).

личной скоростью. Для объясненія этого явленія онъ и создалъ теорію движенія по эксцентрическому кругу, т. е. по кругу, въ которомъ земля лежитъ не въ самомъ центрѣ круга, а нѣсколько въ сторонѣ отъ него, эксцентрически. Но, чтобы провести эту теорію въ жизнь, нужно было найти, насколько земля удалена отъ центра круговаго пути солнца и въ какую именно сторону. Это можно было узнать только изъ дѣйствительныхъ наблюденій и Гиппархъ рѣшилъ эту задачу съ гениальнымъ остроуміемъ, опираясь лишь на данныя о длинѣ времени года.

Подобно этому и Кеплеръ создалъ теорію эллиптическаго движенія планетъ, для чего воспользовался наблюденіями Тихо Браге. Найдя изъ нихъ рядъ величинъ, вполне опредѣляющихъ движеніе планетъ, Кеплеръ могъ уже предсказывать положенія планетъ задолго впередъ—могъ построить планетныя таблицы.

Открытіе Ньютономъ закона притяженія въ общей формѣ повело къ чрезвычайному усложненію теоріи планетъ, а соответственно тому затруднило и построение планетныхъ таблицъ. Леверье въ срединѣ прошлаго вѣка произвелъ эту работу для всѣхъ большихъ планетъ нашей солнечной системы, но теперь такая работа была не подъ силу одному человѣку и, если можно такъ выразиться, Леверье былъ дирижеромъ уже цѣлаго оркестра вычислителей.

Изъ движеній всѣхъ свѣтилъ наиболѣе сложнымъ является движеніе луны, что обусловлено, конечно, ея близостью къ намъ. Для луны теорію движенія и таблицы построилъ Ганзень.

Когда Ньюкомъ принялъ участіе въ изданіяхъ American Ephemeris, онъ обратилъ вниманіе на разнообразіе тѣхъ основныхъ астрономическихъ величинъ и постоянныхъ, которыя принимались различными учеными, и потому рѣшилъ «посвятить всѣ свои силы опредѣленію лучшихъ значеній основныхъ элементовъ и построенію на нихъ новыхъ таблицъ небесныхъ движеній». Этой задачѣ и была отдана главная масса его поразительной энергіи. И вотъ теперь, на склонѣ лѣтъ онъ

## XII

имѣлъ счастье видѣть окончаніе своей работы и ея плоды: планетныя таблицы Ньюкома (и его сотрудника Гилля) приняты всѣмъ астрономическимъ міромъ, какъ принято и его исправленіе Ганзеновыхъ таблицъ движенія луны.

Въ рѣшеніи двухъ частей — чисто теоретической и вычислительной — этой задачи Ньюкомъ проявил огромный математическій талантъ и оригинальность и необыкновенное искусство въ обработкѣ громаднаго наблюдательнаго матеріала, такъ усердно накапливагося въ послѣдніе два вѣка.

Но Ньюкомъ не ограничился указаннымъ вопросомъ, хотя одного этого вопроса хватило бы на много специалистовъ. Не ограничился онъ и одной этой областью теоретической и вычислительной астрономии, хотя и здѣсь можно привести еще капитальныя работы о движеніи Гиперіона (спутникъ Сатурна), о периодичности солнечныхъ затменій и др. Ньюкому принадлежать также прекрасныя наблюдения спутниковъ Урана, одно изъ наилучшихъ до сихъ поръ, хотя оно было сдѣлано болѣе двадцати лѣтъ тому назадъ, опредѣленій скорости свѣта опытнымъ путемъ и т. д.

Несмотря на то, что въ своей глубокой спеціальности Ньюкомъ дошелъ до крайняго пункта въ движеніи современнаго знанія, духовныя силы его не ушли цѣликомъ сюда. Зная, что для высокой бапти спеціальной науки нужна прочная почва въ видѣ болѣе элементарныхъ свѣдѣній, распространенныхъ въ широкой массѣ человѣчества, Ньюкомъ далъ цѣлый рядъ трудовъ болѣе общедоступнаго характера.

О первомъ изъ нихъ было упомянуто выше. Последнимъ является настоящая книга. И любопытно замѣтить, что Ньюкомъ шелъ путемъ послѣдовательнаго расширенія своего круга читателей, что ясно уже изъ названія этой послѣдней книги «*Astronomy for Everybody*» (Астрономія для каждаго).

Все, что мы можемъ ожидать отъ такого автора, какъ Ньюкомъ, мы дѣйствительно и находимъ здѣсь: свѣжесть матеріала, почерпнутаго изъ самыхъ источ-

никовъ знанія, изъ первыхъ рукъ, критическій выборъ и строго-научное освѣщеніе его и, наконецъ, широкій философскій взглядъ на вселенную, насколько ее раскрываетъ намъ современная астрономія. Характернымъ образцомъ Пьюкомовой манеры трактовки вопросовъ можетъ служить его изложеніе вопроса о строеніи поверхности планеты Марса. Мы находимъ здѣсь все существенное, что было добыто до самаго послѣдняго времени о такъ называемыхъ каналахъ Марса, и притомъ въ критическомъ освѣщеніи. Эта вдумчивость и ведетъ его въ сторону того рѣшенія вопроса о каналахъ, которое въ послѣднее время получило такое сильное подтвержденіе въ опытахъ Maunder'a. А вмѣсто тѣхъ фантазій относительно обитателей Марса, которыя повели даже къ учрежденію во Франціи преміи въ 100 000 франковъ за установленіе сношеній съ обитателями другихъ планетъ, мы увидимъ здѣсь коротко и ясно сказанное: «по этому предмету читатель знаетъ какъ разъ столько же, сколько и я, а именно ровно ничего».

Къ этому нужно прибавить и литературный талантъ автора. Возьмите хотя бы вступительныя строки къ главѣ «Движенія звѣздъ». Именно съ этой стороны интересно отмѣтить, что Пьюкомъ выступалъ и какъ беллетристъ.

Но всѣ эти особенности—и авторитетность, и критическое освѣщеніе, и философскую ширину взгляда, и литературность изложенія—можно найти и въ другихъ книгахъ по этому предмету. Особенностью настоящей книги является, конечно, сочетаніе всѣхъ этихъ качествъ въ такой высокой степени и, во-вторыхъ,—приложеніе всего этого къ тому чтобы дать астрономію для *всѣхъ*. Съ этой цѣлью Пьюкомъ тщательно освобождаетъ свое изложеніе отъ ненужныхъ техническихъ тонкостей, останавливается лишь на самомъ основномъ, по возможности старательно избѣгая специальныхъ терминовъ. И вотъ въ этомъ именно-отношеніи настоящая книга является единственной -- и не только въ нашей литературѣ: она имѣетъ въ виду вся-

каго читателя, желающаго составить себѣ представленіе о томъ мѣстѣ, какое занимаетъ въ мірозданіи человѣкъ, и его жилище—земля, и при этомъ представленіе, основанное на всемъ, что добыла до послѣдняго времени астрономія.

Присущая Ньюкому оригинальность сказалась и еще въ одномъ отношеніи—въ рисункахъ. Не гонясь за особеннымъ обиліемъ ихъ, Ньюкомъ выбралъ наиболѣе существенное, притомъ опять-таки свѣжее. Но, тогда какъ его чертежи отличаются чрезвычайной ясностью, почти рѣзкостью, въ рисункахъ поверхности планетъ детали передаются такими, какими онѣ кажутся на самомъ дѣлѣ: размытыми, неясными. Взять, напримѣръ, рисунки того же Марса или Юпитера. Однако, поверхность луны снова представлена съ той отчетливостью, которая составляетъ рѣзкую особенность нашего спутника.

Для той страны, гдѣ больше половины населенія еще не умѣетъ читать, такая вещь, какъ книга съ заголовкомъ «для всѣхъ», является внутреннимъ противорѣчіемъ. И сердечно напутствуя эту книгу пожеланіемъ найти многихъ читателей, я присоединю еще и то пожеланіе, чтобы скорѣе настало на Руси то время, когда такими книгами сможетъ пользоваться и наслаждаться дѣйствительно «каждый».

А. Орбинскій.

*Одесса, мартъ 1905 г.*

# СОДЕРЖАНІЕ

## Часть I. Небесныя движенія

	стр.
I. Общій взглядъ на вселенную . . . . .	3
Что такое вселенная? . . . . .	6
Модель вселенной . . . . .	6
II. Видъ неба . . . . .	8
Видимое суточное движеніе звѣздъ . . . . .	10
Измѣненіе этихъ движеній при путешествіи къ югу . . . . .	14
III. Соотношеніе между временемъ и долготой . . . . .	16
Мѣстное время . . . . .	17
Главное время . . . . .	18
Гдѣ мѣняется день? . . . . .	19
IV. Какъ опредѣляется положеніе небеснаго тѣла . . . . .	21
Круги на небесной сферѣ . . . . .	22
V. Годичное движеніе земли и его слѣдствія . . . . .	26
Видимое движеніе солнца . . . . .	27
Эклиптика . . . . .	27
Равноденствія и солнцестоянія . . . . .	31
Времена года . . . . .	32
Сопоставленіе соотвѣтствій дѣйствительныхъ и видимыхъ движеній . . . . .	33
Годъ и предвареніе равноденствій (прецессія) . . . . .	34

## Часть II. Астрономическіе инструменты

I. Рефракторъ . . . . .	41
Линзы телескопа . . . . .	42
Изображеніе далекаго предмета . . . . .	44
Сила и недостатки телескопа . . . . .	46
Установка телескопа . . . . .	48
Сооруженіе телескоповъ . . . . .	51
Фраунгоферъ и Альванъ Кларкъ . . . . .	52
II. Рефлекторъ . . . . .	57

III. Фотографическій телескопъ . . . . .	61
IV. Спектроскопъ . . . . .	63
Природа и длина волны свѣта . . . . .	64
Спектръ . . . . .	64
Какъ изслѣдуются звѣзды . . . . .	66
V. Другіе астрономическіе инструменты . . . . .	68
Меридіанный кругъ и часы . . . . .	68
Какъ опредѣляются положенія звѣздъ . . . . .	70

### Часть III. Солнце, земля и луна

I. Предварительный обзоръ солнечной системы . . . . .	75
II. Солнце . . . . .	78
Общее описаніе . . . . .	78
Вращеніе солнца . . . . .	80
Плотность и вѣсъ солнца . . . . .	80
Пятна на солнцѣ . . . . .	81
Факелы . . . . .	83
Солнечные выступы и хромосфера . . . . .	84
Строеніе солнца . . . . .	85
Источникъ теплоты солнца . . . . .	87
III. Земля . . . . .	91
Измѣреніе земли . . . . .	91
Внутренность земли . . . . .	92
Притяженіе и плотность земли . . . . .	94
Измѣненія широты . . . . .	97
Атмосфера . . . . .	98
IV. Луна . . . . .	100
Разстояніе луны . . . . .	100
Обращеніе и фазы луны . . . . .	101
Поверхность луны . . . . .	103
Есть ли на лунѣ воздухъ и вода? . . . . .	106
Вращеніе луны . . . . .	107
Какъ луна производитъ приливы . . . . .	108
V. Затменія луны . . . . .	111
Узлы лунной орбиты . . . . .	112
Періоды затменій . . . . .	112
Видъ луннаго затменія . . . . .	114
VI. Солнечныя затменія . . . . .	116
Центральныя, полныя и кольцеобразныя затменія . . . . .	117
Красота полнаго затменія . . . . .	118
Древнія затменія . . . . .	119
Предсказаніе затменій . . . . .	120

Придатки солнца . . . . .	121
Корона . . . . .	123

### Часть IV. Планеты и ихъ спутники

I. Орбиты и видъ планетъ . . . . .	127
Разстоянія планетъ . . . . .	129
Законъ Боденора . . . . .	130
II. Планета Меркурій . . . . .	132
Поверхность и вращеніе Меркурія . . . . .	134
Наблюденія Шрэттера, Гершеля, Скиапарелли и Ловелля . . . . .	134
Фазы Меркурія . . . . .	135
Прохожденія Меркурія . . . . .	136
III. Планета Венера . . . . .	140
Утренняя и вечерняя звѣзда . . . . .	140
Вращеніе Венеры . . . . .	141
Атмосфера Венеры . . . . .	144
Есть ли у Венеры спутникъ? . . . . .	145
Прохожденія Венеры . . . . .	146
IV. Планета Марсъ . . . . .	148
Разстояніе, времена противостояній и пр. . . . .	148
Поверхность и вращеніе Марса . . . . .	149
Каналы на Марсѣ . . . . .	150
Вѣроятная природа каналовъ . . . . .	154
Атмосфера Марса . . . . .	155
Предполагаемые зимніе снѣга около полюсовъ . . . . .	156
Спутники Марса . . . . .	157
V. Группа малыхъ планетъ . . . . .	160
Открытіе Цереры . . . . .	160
Охота за астероидами . . . . .	161
Орбиты астероидовъ . . . . .	162
Группировка орбитъ . . . . .	163
Интереснѣйшій изъ астероидовъ . . . . .	165
VI. Юпитеръ и его спутники . . . . .	168
Видъ Юпитера . . . . .	169
Поверхность . . . . .	169
Строеніе . . . . .	171
Вращеніе . . . . .	172
Сходство Юпитера съ солнцемъ . . . . .	173
Спутники Юпитера . . . . .	174
VII. Сатурнъ и его система . . . . .	178
Видъ Сатурна . . . . .	178
Спутники Сатурна . . . . .	179
Измѣненіе вида Сатурновыхъ колецъ . . . . .	180

## СОДЕРЖАНИЕ

СТР.

Что такое кольца? . . . . .	183
Система спутниковъ Сатурна . . . . .	183
Физическое строение Сатурна . . . . .	186
<b>VIII. Уранъ и его спутники . . . . .</b>	<b>188</b>
Открытіе Урана . . . . .	188
Старія наблюденія . . . . .	189
Строеніе планеты . . . . .	189
Ея спутники . . . . .	190
<b>IX. Нептунъ и его спутникъ . . . . .</b>	<b>193</b>
Исторія открытія Нептуна . . . . .	193
Спутникъ Нептуна . . . . .	196
<b>X. Какъ измѣряются небесныя разстоянія . . . . .</b>	<b>198</b>
Параллаксъ . . . . .	198
Измѣреніе движеніемъ свѣта . . . . .	200
Измѣреніе притяженіемъ солнца . . . . .	200
Результаты измѣреній разстоянія солнца . . . . .	201
<b>XI. Тяготѣніе и взвѣшиваніе планетъ . . . . .</b>	<b>203</b>
Точность основанныхъ на теоріи тяготѣнія астрономическихъ предсказаній . . . . .	204
Какъ взвѣшиваются планеты? . . . . .	205

**Часть V. Кометы и метеоры**

<b>I. Кометы . . . . .</b>	<b>213</b>
Описаніе кометы . . . . .	213
Орбиты кометъ . . . . .	214
Комета Галлея . . . . .	217
Исчезнувшія кометы . . . . .	219
Комета Энке . . . . .	220
Захватъ кометъ Юпитеромъ . . . . .	221
Откуда приходятъ кометы? . . . . .	222
Яркія кометы нашего времени . . . . .	223
Природа кометъ . . . . .	228
<b>II. Метеоры . . . . .</b>	<b>231</b>
Происхожденіе метеоровъ . . . . .	231
Рои метеоровъ . . . . .	233
Связь метеоровъ и кометъ . . . . .	234
Зодіакальный свѣтъ . . . . .	236
Свѣтовое отталкиваніе . . . . .	238

**Часть VI. Неподвижныя звѣзды**

<b>I. Общій обзоръ . . . . .</b>	<b>243</b>
Звѣзды и туманности . . . . .	244
Спектры звѣздъ . . . . .	245

## СОДЕРЖАНІЕ

стр.

Плотность и температура звѣзд . . . . .	247
II. Видъ неба . . . . .	250
Млечный Путь . . . . .	250
Яркость звѣздъ . . . . .	251
Число звѣздъ . . . . .	252
Цвѣта звѣздъ . . . . .	253
Группировка въ созвѣздія . . . . .	253
III. Описаніе созвѣздій . . . . .	255
Какъ найти звѣздное время? . . . . .	256
Сѣверныя созвѣздія . . . . .	256
Осеннія созвѣздія . . . . .	258
Зимнія созвѣздія . . . . .	261
Весеннія созвѣздія . . . . .	264
Лѣтнія созвѣздія . . . . .	265
IV. Разстоянія звѣздъ . . . . .	268
V. Движенія звѣздъ . . . . .	271
VI. Переменныя и сложныя звѣзды . . . . .	275
<b>Указатель</b> . . . . .	280

## РИСУНКИ

Рис.	стр.
Полное солнечное затмение 29 мая 1900 г. по фотографии экспедиции Смитсонiанскаго Института . . . . .	впереди текста
1. Видъ небесной сферы . . . . .	11
2. Сѣверная часть неба и Полярная звѣзда . . . . .	13
3. Круги на небесной сферѣ . . . . .	22
4. Переходъ солнца черезъ экваторъ 20 марта . . . . .	27
5. Орбита земли и зодіакъ . . . . .	28
6. Вліяніе наклона эклиптики на смѣну времени года . . . . .	29
7. Видимое движеніе солнца по эклиптикѣ весной и лѣтомъ . . . . .	30
8. Видимое движеніе солнца съ марта по сентябрь . . . . .	31
9. Предвареніе равноденствій (прецессія) . . . . .	36
10. Поперечный разрѣзъ объектива телескопа . . . . .	43
11. Оси телескопа . . . . .	50
12. Большой телескопъ Перксской обсерваторіи . . . . .	53
13. Ньютоновъ отражательный телескопъ въ разрѣзѣ . . . . .	59
14. Длина свѣтовой волны . . . . .	64
15. Распредѣленіе цвѣтовъ въ спектрѣ съ темными линиями А, В, С, D и т. д. . . . .	65
16. Меридіанный кругъ . . . . .	69
17. Видъ солнечнаго пятна . . . . .	82
18. Распредѣленіе солнечныхъ пятенъ по широтѣ . . . . .	83
19. Обращеніе луны вокругъ земли . . . . .	102
20. Горы на поверхности луны . . . . .	104
21. Движеніе луны вокругъ земли, еслибы она не вращалась . . . . .	108
22. Поясненіе двухъ приливовъ въ сутки . . . . .	109
23. Луна въ земной тѣни . . . . .	111
24. Прохожденіе луны черезъ земную тѣнь . . . . .	113
25. Тѣнь луны, отбрасываемая на землю во время полнаго солнечнаго затменія . . . . .	116
26. Прохожденіе луны черезъ дискъ солнца во время кольцеобразнаго солнечнаго затменія . . . . .	117
27. Орбиты четырехъ внутреннихъ планетъ . . . . .	128
28. Соединенія Меркурія съ солнцемъ . . . . .	133

29. Элонгації Меркурія . . . . .	134
30. Фазы Венеры въ различныхъ точкахъ ея пути . . . . .	141
31. Эффектъ атмосферы во время прохожденія 1882 г. . . . .	144
32. Карта Марса и его каналовъ по рисункамъ обсерваторіи Ловелля . . . . .	151
33-34. Lacus Solis на Марсѣ по рисункамъ Кэмпбелля и Гессея . . . . .	153
35. Распредѣленіе малыхъ планетъ по разстояніямъ . . . . .	163
36. Распредѣленіе среднихъ движеній малыхъ планетъ . . . . .	164
37-38. Видъ Юпитера въ телескопъ; на правомъ рисункѣ видна тѣнь спутника, пересѣкающая планету . . . . .	170
39. Видъ Сатурновыхъ колець сверху . . . . .	180
40. Объясненіе неизмѣнности направленія плоскости Сатурновыхъ колець при движеніи планеты вокругъ солнца . . . . .	181
41-42. Исчезновеніе колець Сатурна по Барнарду, когда они видны съ ребра . . . . .	182
43. Соотношеніе орбитъ Титана и Гиперіона . . . . .	185
44. Опредѣленіе разстоянія недоступнаго предмета триангуляціей . . . . .	198
45. Параболическая орбита кометы . . . . .	215
46. Комета Донати по рисунку Бонда . . . . .	224
47. Голова кометы Донати по рисунку Бонда . . . . .	225
48. Большая комета 1859 г. по рисунку Бонда . . . . .	226
49. Зодіакальный свѣтъ въ февралѣ и мартѣ . . . . .	236
50. Ursa Major, Большая Медвѣдница или Возъ . . . . .	257
51. Ursa Minor, Малая Медвѣдница . . . . .	257
52. Cassiopeja, Кассіопея . . . . .	258
53. Lyra, Лира . . . . .	260
54. Hyades, Гиады . . . . .	261
55. Pleiades, Плеяды для невооруженнаго глаза . . . . .	262
56. Видъ Плеядъ въ телескопъ, съ именами болѣе яркихъ звѣздъ . . . . .	262
57. Orion, Оріонъ . . . . .	263
58. Corona Borealis, Сѣверный Вѣнецъ . . . . .	264
59. Aquila, Орель . . . . .	265
60. Delphinus, Дельфинъ . . . . .	265
61. Большое звѣздное скопленіе въ созвѣздіи Геркулеса по фотографіи Ликской обсерваторіи . . . . .	266
62. Scorpius, Скорпіонъ . . . . .	267
63. Измѣреніе параллакса звѣзды . . . . .	268
64. Арктуръ и сосѣднія звѣзды въ созвѣздіи Волоса . . . . .	273

## ОПЕЧАТКИ

Стран.	Строк.	Напечатано:	Должно быть:
15	2 снизу	занитѣ	зенитѣ
19	1 сл.	взяты	взятое
24	13 сл.	къ	въ
36	9 сл.	равно	ровно
46	3 сл.	съ	отъ
59	0	РЕФРАКТОРЪ	РЕФЛЕКТОРЪ
61	9	было	быль
61	15	Плеяль	Плеядь
77	1	составляю	составляютъ
122	6	ними	съ ними
134	1 сл.	элонганціи	элонгации
135	21 сл.	Самая замѣтная	Самую замѣтную
235	19 сл.	Эо	Это
238	10 сл.	магнизъмъ	магнетизъмъ

---

**Примѣчаніе.** Въ настоящей книгѣ принята метрическая система мѣръ и числа даны по новому стилю.

# АСТРОНОМІЯ ДЛЯ ВСЬХЪ

ЧАСТЬ I

## НЕБЕСНЫЯ ДВИЖЕНІЯ



## Общій взглядъ на вселенную.

Начнемъ изложеніе нашего предмета съ того, что бросимъ общій взглядъ на вселенную, въ которой мы живемъ, и вообразимъ себѣ для этого, что мы смотримъ на нее съ какой-нибудь точки внѣ ея предѣловъ. Эту точку нужно взять очень и очень далеко. Чтобы составить себѣ представленіе объ ея разстояніи, мы будемъ мѣрять его скоростью свѣта. Свѣтъ, пролетающій 300 000 километровъ въ секунду, могъ бы нѣсколько разъ объѣхать вокругъ земли въ промежутокъ между двухъ тиканій карманныхъ часовъ. Хорошимъ мѣстомъ для нашей точки, вѣроятно, было бы такое, до котораго свѣтъ отъ насъ доходитъ въ 100 000 лѣтъ. Насколько намъ извѣстно, въ этой точкѣ мы были бы въ совершенной темнотѣ и черное, беззвѣздное небо окружало бы насъ со всѣхъ сторонъ. Только въ одной сторонѣ было бы видно большое пятно, слабо свѣтящееся, раскинутое на значительную часть неба, какъ легкое облако или какъ первый свѣтъ ранней зари. Можетъ быть, гдѣ-нибудь въ другой сторонѣ оказались бы еще такія пятна, но о нихъ мы ничего не знаемъ. Посмотримъ ближе на это пятно. Это то, что мы называемъ вселенной. Полетимъ къ нему—съ какою скоростью, не стоитъ и говорить: чтобы добраться до него въ мѣсяць, намъ нужно было бы нестись въ милліонъ разъ скорѣе свѣта. По мѣрѣ приближенія оно постепенно раскидывается все шире по черному небу и наконецъ закрываетъ цѣлую половину его; позади же насъ небо остается совершенно чернымъ.

Еще до этого мы начнемъ различать отдѣльныя свѣтлыя точки, мерцающія тамъ и сямъ въ общей массѣ. Мы

летимъ—и эти точки дѣлаются все болѣе многочисленными; вотъ онѣ движутся мимо насъ и исчезаютъ позади въ отдаленіи, а впереди появляются все новыя и новыя; такъ летятъ ландшафты и дома мимо пассажира желѣзнодорожнаго поѣзда. Эти точки—звѣзды и, когда мы попадаемъ въ самую середину ихъ, онѣ усеваютъ все небо подобно тому, какъ мы видимъ это у себя на землѣ каждую ясную ночь. Мы могли бы пронестись чрезъ все это облако съ тою же невообразимою скоростью, не видя ничего кромѣ звѣздъ и, пожалуй, нѣсколькихъ большихъ туманныхъ массъ размытаго свѣта, мѣстами разсѣянныхъ между ними.

Но мы поступимъ иначе, мы выберемъ одну звѣзду и замедлимъ нашъ полетъ, чтобы внимательнѣе разсмотрѣть ее. Это довольно маленькая звѣзда; но, по мѣрѣ приближенія къ ней, она становится все ярче. Вотъ она блеститъ, какъ Венера; теперь она уже отбрасываетъ тѣни; теперь мы можемъ читать при ея свѣтѣ; наконецъ, она начинаетъ слѣпить наши глаза. Она стала похожа на маленькое солнце. Это и есть наше солнце!

Выберемъ себѣ мѣсто совсѣмъ близко къ солнцу, близко въ сравненіи съ тѣми разстояніями, которыя мы пролетѣли; а на нашу обыкновенную мѣрку оно можетъ находиться на тысячу миллионовъ километровъ отъ солнца. Оглядываясь теперь во всѣ стороны, мы увидимъ восемь точекъ, похожихъ на звѣзды, на различныхъ разстояніяхъ отъ солнца. Если мы будемъ наблюдать ихъ дольше, то увидимъ, что всѣ онѣ движутся вокругъ солнца, совершая полный оборотъ въ періодъ отъ трехъ мѣсяцевъ до ста шестидесяти слинкомъ лѣтъ. Ихъ разстоянія отъ солнца очень различны—наиболѣе далекая въ семьдесятъ разъ дальше самой близкой. Эти тѣла, похожія на звѣзды, суть планеты. При тщательномъ изслѣдованіи мы замѣтимъ, что онѣ отличаются отъ звѣздъ,—это темныя тѣла, свѣтящаяся только тѣмъ свѣтомъ, который они заимствуютъ отъ солнца.

Посѣтимъ одно изъ нихъ. Выберемъ третье по порядку отъ солнца. Приближаясь къ нему въ направленіи, которое можно обозначить словомъ «сверху», иначе сказать, перпендикулярно къ линіи, проведенной отъ него къ солнцу, мы будемъ видѣть, какъ оно по мѣрѣ приближенія растетъ

и становится ярче. Ближе оно становится похожимъ на луну въ одной изъ четвертей: одна половина во тьмѣ, другая освѣщена солнцемъ. Еще ближе—и освѣщенная часть, все растущая передъ нашими глазами, начинаетъ казаться пятнистой. Все разрастаясь, эта картина постепенно развертывается въ океаны и континенты, на половину, можетъ быть, затянутые облаками. Поверхность, на которую мы смотримъ, все расширяется передъ нами, заполняя большую и большую часть неба; наконецъ, мы видимъ цѣлый мiръ. Мы высаживаемся на него—мы на землѣ!

Итакъ, точка, которая была абсолютно невидима, когда мы летѣли черезъ небесныя пространства, и которая стала звѣздой, когда мы приблизились къ солнцу, а еще ближе темнымъ тѣломъ, теперь оказывается тѣмъ мiромъ, въ которомъ мы живемъ.

Этотъ воображаемый полетъ знакомить насъ съ основнымъ фактомъ астрономiи: огромная масса звѣздъ, усѣвающихъ ночью небо,—солнца. Или, другими словами, наше солнце есть просто одна изъ звѣздъ. Въ сравненiи со своими товарищами оно довольно незначительно, такъ какъ намъ извѣстны звѣзды, излучающія свѣта и тепла въ тысячи или даже десятки тысячъ разъ больше, чѣмъ солнце. Если судить о вещахъ просто по ихъ внутренней цѣнности, то наше солнце не отличается ничѣмъ особеннымъ отъ сотенъ миллионѣвъ своихъ товарищей. Его важность для насъ и его сравнительно громадныя размѣры въ нашихъ глазахъ обусловлены просто нашей близостью къ нему.

Великая вселенная звѣздъ, которую мы описали, будетъ казаться съ земли совершенно такой же, какой она казалась во время нашего воображаемаго полета. Звѣзды, усѣвающая наше небо, тѣ же самыя, которыя мы видѣли во время полета. Разница между видомъ звѣзднаго неба съ земли и его видомъ съ какой-нибудь точки въ междузвѣздномъ пространствѣ происходитъ только отъ того особеннаго положенiя, которое занимаютъ солнце и планеты. Солнце такъ ярко, что во время дня совершенно затмеваетъ звѣзды. Еслибы мы могли устранить лучи солнца съ большей части неба, то мы видѣли бы звѣзды днемъ совершенно такъ же, какъ ночью. Эти свѣтила окружаютъ насъ со всѣхъ сторонъ,

какъ будто земля помѣщена въ центрѣ вселенной. Древніе такъ и предполагали.

### Что такое вселенная?

То, что мы только что узнали о вселенной вообще, можно связать съ тѣмъ, что мы видимъ непосредственно на небѣ. Такъ называемыя небесныя тѣла раздѣляются на два класса. Первый изъ нихъ заключаетъ въ себѣ милліоны звѣздъ, расположеніе и видъ которыхъ мы только что описали. Второй содержитъ только одну звѣзду—для насъ самую важную—и тѣла, связанныя съ нею. Эта группа тѣлъ, съ солнцемъ въ центрѣ, образуетъ совершенно отдѣльную маленькую колонію, которую мы называемъ солнечной системой. Я прежде всего хотѣлъ бы замечать въ умѣ читателя ту особенность этой системы, что ея размѣры чрезвычайно малы въ сравненіи съ разстояніями между звѣздами. Со всѣхъ сторонъ кругомъ нея находится пространство, сколько мы знаемъ, совершенно пустое на огромныя разстоянія. Если бы мы могли пролетѣть черезъ всю эту систему изъ конца въ конецъ, то все-таки не были бы въ состояніи замѣтить, приблизились ли мы сколько-нибудь къ звѣздамъ, лежащимъ впереди насъ, или нѣтъ, а созвѣздія нисколько не измѣнили бы своего обыкновеннаго вида. Астрономъ, вооруженный тончайшими инструментами, могъ бы въ этомъ случаѣ открыть кой-какія измѣненія только съ помощью самыхъ точныхъ наблюденій, да и то лишь въ болѣе близкихъ звѣздахъ.

Нѣкоторое понятіе объ относительныхъ величинахъ и разстояніяхъ небесныхъ тѣлъ, которое поможетъ читателю представить себѣ дѣйствительную вселенную, можно получить, вообразивъ себѣ маленькую модель ея. Представимъ себѣ, что въ этой модели вселенной обитаемая нами земля представлена зернышкомъ горчичнаго сѣмени. Въ такомъ случаѣ луна будетъ частичкой съ поперечникомъ вчетверо меньше, помѣщенной на разстояніи двухъ съ половиной сантиметровъ отъ земли. Солнце будетъ представлено большимъ яблокомъ на разстояніи двѣнадцати метровъ. Другія планеты, величиной отъ невидимой частички до горошины, должны находиться на разстояніяхъ отъ трехъ до пятисотъ метровъ отъ солнца.

Мы должны еще вообразить, что эти мелкіе предметы медленно движутся вокруг солнца на соответственныхъ разстояніяхъ, дѣлая полный оборотъ въ періодъ отъ трехъ мѣсяцевъ до ста шестидесяти лѣтъ. Горчичное зернышко будетъ совершать свое обращеніе въ теченіе года, а луна должна сопровождать его, дѣлая оборотъ вокругъ него каждый мѣсяць.

Въ такомъ масштабѣ планъ всей солнечной системы могъ бы помѣститься на квадратномъ полѣ со стороною около километра. За предѣлами этого поля долженъ былъ бы идти промежутокъ совершенно пустой, за исключеніемъ, пожалуй, разсѣянныхъ кое-гдѣ кометъ; въ нашемъ масштабѣ этотъ промежутокъ былъ бы шире, чѣмъ весь материкъ Америки. Далеко за предѣлами американскаго материка мы нашли бы ближайшую звѣзду, которую, подобно нашему солнцу, можно было бы представить большимъ яблокомъ. На еще большихъ разстояніяхъ во всѣхъ направленіяхъ находились бы другія звѣзды, но въ среднемъ онѣ были бы другъ отъ друга на такихъ же разстояніяхъ, какъ ближайшія звѣзды отъ солнца. При такомъ маломъ масштабѣ на модели величиною съ цѣлую землю помѣстилось бы только двѣ или три звѣзды.

Можно судить по этому, какъ легко было бы при томъ полетѣ, который мы себѣ вообразили, и вовсе проглядѣть такое ничтожное тѣло, какъ наша земля, даже при тщательныхъ поискахъ ея. Мы были бы похожи на человѣка, несущагося по долинѣ Миссиссиппи въ поискахъ горчичнаго зернышка, о которомъ онъ знаетъ только, что оно находится гдѣ-то на американскомъ материкѣ. Можно было бы проглядѣть даже свѣтлое яблоко, представляющее наше солнце, еслибы только случайно мы не пролетали совсѣмъ близко отъ него.

## Видъ неба.

Громадныя разстоянія, отдѣляющія насъ отъ небесныхъ тѣлъ, не позволяютъ намъ составить ясное представленіе объ истинныхъ размѣрахъ вселенной и крайне затрудняютъ пониманіе дѣйствительныхъ соотношеній между небесными тѣлами. Еслибы, глядя на какое-нибудь тѣло на небѣ, мы могли какимъ-либо образомъ оцѣнить его разстояніе и еслибы наше зрѣніе было такъ остро, чтобъ мы могли видѣть мельчайшія подробности поверхности планетъ и звѣздъ, то истинное строеніе вселенной стало бы ясно съ той же минуты, какъ люди начали изучать небо. Небольшое размышленіе показываетъ, что, поднимись мы надъ землею на разстояніе, скажемъ, въ десять тысячъ разъ больше ея діаметра, она уже не имѣла бы замѣтныхъ для насъ размѣровъ, а казалась бы въ свѣтѣ солнца похожей на какую-нибудь звѣзду на небѣ. Древніе не имѣли понятія о такихъ разстояніяхъ и потому предполагали, что небесныя тѣла, какъ это кажется на первый взглядъ, по строенію совершенно отличны отъ земли. Мы сами, глядя на небо, не въ состояніи представить себѣ, что звѣзды въ милліоны разъ дальше планетъ. Небо имѣетъ такой видъ, какъ будто всѣ звѣзды разбросаны на одинаковыхъ разстояніяхъ отъ насъ. Мы можемъ познать ихъ дѣйствительное размѣщеніе и разстоянія только размышленіемъ.

Невозможно представить себѣ громадную разницу разстояній предметовъ на землѣ и на небѣ; отъ этого происходитъ трудность составить себѣ правильное представленіе объ ихъ соотношеніяхъ. Пытаясь представить эти соотношенія возможно просто и связать то, что мы видимъ, съ

тѣмъ, что есть на самомъ дѣлѣ, я долженъ просить объ особомъ вниманіи со стороны читателя.

Предположимъ, что земля унеслась изъ-подъ нашихъ ногъ и мы висимъ въ свободномъ пространствѣ. Тогда мы увидимъ, что небесныя тѣла—солнце, луна, планеты и звѣзды—окружаютъ насъ со всѣхъ сторонъ: сверху и снизу, съ востока и запада, съ сѣвера и юга. Глазу не на чемъ остановиться. Какъ мы только-что объяснили, всѣ эти предметы будутъ казаться намъ на одинаковыхъ разстояніяхъ.

Точки, разсѣяныя по всѣмъ направленіямъ на одинаковыхъ разстояніяхъ отъ одной центральной точки, должны всѣ лежать на внутренней поверхности полой сферы. Отсюда слѣдуетъ, что небесныя тѣла будутъ казаться лежащими на сферѣ, въ центрѣ которой будемъ находиться мы. Такъ какъ одной изъ конечныхъ задачъ астрономіи является изученіе тѣхъ направленій, въ которыхъ лежатъ небесныя тѣла, то объ этой кажущейся сферѣ въ астрономіи говорятъ, какъ о дѣйствительной. Ее называютъ *небесной сферой*. При томъ предположеніи, что мы висимъ въ пространствѣ внѣ земли, всѣ небесныя тѣла будутъ казаться на первый взглядъ неподвижными на этой сферѣ. Звѣзды будутъ оставаться, по видимому, на однихъ и тѣхъ же мѣстахъ день за днемъ и недѣлю за недѣлей. Правда, наблюдая планеты, мы увидимъ черезъ нѣсколько дней или недѣль, смотря по обстоятельствамъ, ихъ медленное движеніе около солнца, но съ перваго взгляда это будетъ незамѣтно. Первое впечатлѣніе будетъ такое, что эта сфера сдѣлана изъ какого-то твердаго кристаллическаго вещества и что небесныя тѣла прикрѣплены къ ея внутренней поверхности. Такъ и думали древніе. Они подошли къ наблюдаемымъ явленіямъ еще ближе: для того, чтобы представить расположеніе различныхъ небесныхъ тѣлъ, они представляли себѣ нѣсколько такихъ сферъ, вложенныхъ одна въ другую.

Выяснивъ себѣ это, вернемся снова на землю. Теперь мы должны предъявить большія требованія къ воображенію читателя. Въ сравненіи съ небесными разстояніями, земля есть только точка; однако, когда мы будемъ находиться на ней, ея поверхность скроетъ отъ нашихъ глазъ половину вселенной, совершенно такъ же, какъ яблоко скрываетъ

половину комнаты отъ ползущаго по немъ насѣкомаго. Та половина небесной сферы, которая находится надъ горизонтомъ и видима намъ, называется *видимымъ полушаріемъ*; нижняя половина, закрытая отъ насъ землей, называется *невидимымъ полушаріемъ*. Конечно, обойдя землю кругомъ, мы могли бы увидѣть и второе полушаріе.

Разъ читатель хорошо запомнилъ это, мы должны предъявить еще одно требованіе къ его вниманію. Мы знаемъ, что земля не остается въ покоѣ, но постоянно вращается вокругъ оси, проходящей чрезъ ея центръ. Естественнымъ слѣдствіемъ этого является видимое вращеніе небесной сферы въ противоположномъ направленіи. Земля вращается отъ запада къ востоку; поэтому сфера эта кажется вращающейся съ востока на западъ. Это дѣйствительное вращеніе земли и видимое вращеніе звѣздъ, которое имъ обусловливается, называется суточнымъ движеніемъ, такъ какъ оно совершается въ сутки.

### Видимое суточное движеніе звѣздъ

Нашей ближайшей задачей будетъ показать связь между очень простымъ явленіемъ вращенія земли и болѣе сложными явленіями, которыя наблюдаются въ видимомъ суточномъ движеніи небесныхъ тѣлъ. Послѣднія измѣняются въ зависимости отъ той широты, на которой находится наблюдатель на поверхности земли. Начнемъ съ тѣхъ явленій, которыя наблюдаются въ нашихъ среднихъ сѣверныхъ широтахъ.

Для этой цѣли мы можемъ вообразить себѣ полый шаръ, представляющій небесную сферу. Шаръ въ 10—12 метровъ въ діаметрѣ хорошо подошелъ бы для нашей цѣли. Пусть рис. 1 представляетъ внутренній видъ этого шара, посаженнаго на два шипа P и Q такъ, что онъ можетъ вращаться на нихъ въ косомъ положеніи. Въ серединѣ въ O пусть будетъ горизонтальная площадка NS, на которой мы усядемся. Созвѣздія, помѣченныя на внутренней сторонѣ шара, покрываютъ всю его поверхность, но созвѣздія нижней половины скрыты отъ глазъ площадкой. Эта площадка представляеть, очевидно, горизонтъ.

Пусть теперъ шаръ начнетъ вращаться на своихъ шипахъ. Что выйдетъ? Мы будемъ видѣть, что по мѣрѣ вращенія шара



ли фотографію съ нихъ въ любое время, то одинъ и тотъ же снимокъ будетъ показывать ихъ видъ и во всякое другое время, если только его держать въ соотвѣтственномъ положеніи. Конецъ оси, соотвѣтствующій точкѣ Р, называется сѣвернымъ небеснымъ полюсомъ. Для жителей средних сѣверныхъ широтъ, гдѣ живетъ большинство изъ насъ, онъ находится на сѣверной сторонѣ неба, приблизительно по срединѣ между зенитомъ и сѣверной стороной горизонта. Чѣмъ дальше къ югу, тѣмъ ближе онъ къ горизонту, такъ какъ его высота надъ горизонтомъ равняется широтѣ того мѣста, гдѣ находится наблюдатель. Совсѣмъ близко отъ него находится Полярная звѣзда; ниже мы увидимъ, какъ находить ее. При обыкновенномъ наблюденіи Полярная звѣзда кажется совершенно неподвижной. Въ наше время она отстоитъ отъ полюса немного дальше, чѣмъ на одинъ градусъ,—такой величины мы теперь принимать въ расчетъ не будемъ.

Противъ сѣвернаго полюса, и слѣдовательно, настолько же ниже горизонта, насколько сѣверный выше его, лежитъ южный небесный полюсъ.

Очевиднымъ слѣдствіемъ этого является то, что суточное движеніе въ нашихъ широтахъ наклонно. Когда солнце поднимается на востокъ, оно не идетъ прямо вверхъ отъ горизонта, но сдвигается къ югу подъ болѣе или менѣе острымъ угломъ къ горизонту. Равнымъ образомъ, и при захожденіи его движеніе относительно горизонта опять наклонно.

Теперь вообразите, что у насъ есть циркуль такой длины, чтобы имъ можно было достать до неба. Поставимъ одну его ножку въ сѣверный небесный полюсъ на небѣ и раскроемъ его такъ, чтобы другой ножкой онъ какъ разъ касался горизонта подъ полюсомъ. Держа первую ножку на полюсѣ, начертимъ другою на небесной сферѣ полный кругъ. Этотъ кругъ въ своей нижней точкѣ какъ разъ коснется сѣвернаго горизонта, а въ верхней точкѣ въ нашихъ сѣверныхъ широтахъ пройдетъ недалеко отъ зенита.

Звѣзды, которыя лежатъ внутри этого круга, при своемъ суточномъ движеніи вокругъ полюса никогда не заходятъ за горизонтъ. На этомъ основаніи этотъ кругъ называется кругомъ постоянной видимости. Звѣзды далѣе къ югу вос-

ходятъ и заходятъ, но совершаютъ надъ горизонтомъ все меньшую и меньшую часть своего суточного пути, пока наконецъ мы не дойдемъ до точки юга, гдѣ онѣ только-только показываются.

Звѣзды, лежащія еще южнѣе, никогда не показываются въ нашихъ широтахъ: онѣ находятся въ критѣ постоянной невидимости, въ центрѣ котораго лежитъ южный небесный полюсъ подобно тому, какъ въ центрѣ круга постоянной видимости лежитъ сѣверный полюсъ.

На рис. 2 показаны главнѣйшія звѣзды сѣвернаго неба внутри круга постоянной видимости для широтъ южной половины Россіи. Если держать его такъ, чтобы названіе мѣсяца находилось вверху, мы будемъ имѣть видъ созвѣздій

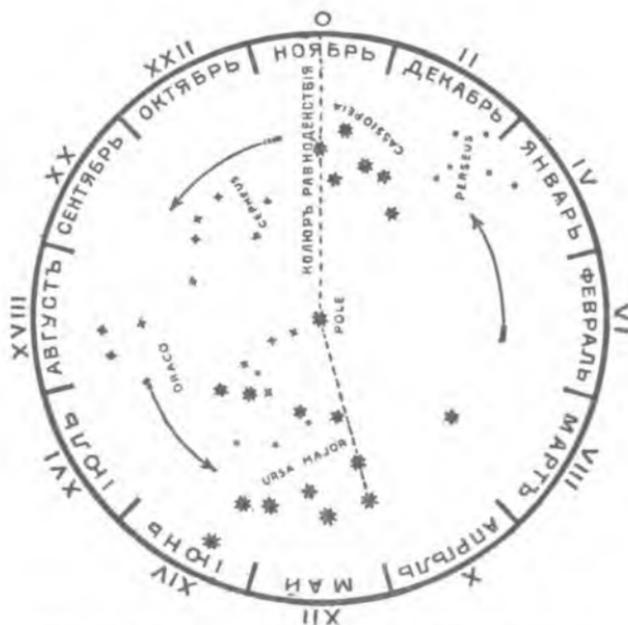


Рис. 2. Сѣверная часть неба и Полярная звѣзда.

въ этомъ мѣсяцѣ около восьми часовъ вечера. Этотъ рисунокъ показываетъ также, какъ найти Полярную звѣзду, лежащую въ его срединѣ, по направленію двухъ крайнихъ звѣздъ въ Большой Медвѣдицѣ или Возѣ.

Теперь посмотримъ, какъ будетъ измѣняться видъ неба, если мы станемъ перемѣщаться въ мѣста съ иною широтой.

При путешествіи къ экватору положеніе нашего горизонта будетъ мѣняться и Полярная звѣзда будетъ постепенно спускаться ниже и ниже. По мѣрѣ приближенія къ экватору она будетъ приближаться къ горизонту и достигнетъ его, когда мы достигнемъ экватора. Совершенно ясно, что кругъ постоянной видимости будетъ становиться все меньше, пока наконецъ на экваторѣ не исчезнетъ совершенно—оба полюса будутъ находиться на горизонтѣ. Тутъ суточное движеніе будетъ совершенно отличное отъ того, какое мы видимъ въ нашихъ краяхъ. Солнце, луна и звѣзды при восходѣ начинаютъ свое движеніе прямо вверхъ. Если какое-нибудь свѣтило восходитъ какъ разъ на востокъ, то оно пройдетъ черезъ зенитъ; восходящее къ югу отъ точки востока пройдетъ къ югу отъ зенита, а восходящее къ сѣверу отъ точки востока—къ сѣверу отъ зенита.

Продолжая наше путешествіе въ южное полушаріе, мы замѣтимъ, что солнце, по прежнему поднимаясь на востокъ, будетъ проходить меридіанъ вообще къ сѣверу отъ зенита. Главное различіе между двумя полушаріями будетъ состоять въ томъ, что теперь солнце, кульминируя (достигая высшей точки своего пути) на сѣверѣ, будетъ видимо двигаться не въ направленіи часовой стрѣлки, какъ у насъ, а въ обратномъ. Въ среднихъ южныхъ широтахъ столь знакомыя намъ сѣверныя созвѣздія будутъ постоянно подъ горизонтомъ, зато съ южной стороны мы увидимъ новыя. Нѣкоторыя изъ нихъ славятся своей красотой, напримѣръ, Южный Крестъ. Часто даже думали, что южное небо болѣе блестяще и богаче звѣздами, чѣмъ сѣверное. Но это мнѣніе оказалось неправильнымъ. Тщательное изученіе и подсчетъ звѣздъ показываютъ, что число ихъ приблизительно одинаково въ обонхъ полушаріяхъ. Упомянутое выше мнѣніе объясняется, вѣроятно, большей прозрачностью неба въ южныхъ странахъ. По какимъ-то причинамъ, можетъ быть, вслѣдствіе болѣе сухого климата, воздухъ въ южныхъ частяхъ африканскаго и американскаго континентовъ меньше наполненъ туманомъ и дымомъ, чѣмъ въ нашихъ сѣверныхъ странахъ.

То, что мы сказали о суточныхъ движеніяхъ сѣверныхъ звѣздъ вокругъ полюса, относится и къ звѣздамъ южнаго неба. Нѣтъ только южной Полярной звѣзды и потому нечѣмъ

отмѣтить положеніе южнаго небеснаго полюса. Около послѣдняго есть нѣсколько слабыхъ звѣздъ, но онѣ расположены здѣсь не гуще, чѣмъ въ любой другой части неба. Само собою разумѣется, южное небо имѣетъ свой кругъ постоянной видимости, который становится тѣмъ больше, чѣмъ дальше къ югу мы находимся. Другими словами, звѣзды, лежащія внутри нѣкотораго круга около южнаго небеснаго полюса, никогда не заходятъ, но просто обращаются вокругъ него въ направленіи, противоположномъ направленію движенія на сѣверѣ. Такимъ же образомъ здѣсь есть и кругъ постоянной невидимости, содержащій тѣ звѣзды около сѣвернаго полюса, которыя въ нашихъ широтахъ никогда не заходятъ. Южнѣ двадцати градусовъ южной широты мы уже не можемъ видѣть ни одной части созвѣздія Малой Медвѣдицы. Еще дальше къ югу и Большая Медвѣдица будетъ показываться надъ горизонтомъ только временами, на большій или мѣншіи промежутки.

Еслибы мы могли продолжить наше путешествіе до южнаго полюса, то здѣсь мы уже не увидѣли бы восхода и захода звѣздъ. Звѣзды двигались бы на небѣ по горизонтальнымъ кругамъ, съ центромъ или полюсомъ въ зенитѣ. Конечно, то же должно имѣть мѣсто и на сѣверномъ полюсѣ.

## Соотношеніе между временемъ и долготой.

Мы всѣ знаемъ, что линія, проходящая черезъ данное мѣсто на землѣ въ направленіи съ сѣвера на югъ, называется меридіаномъ этого мѣста. Точнѣе, меридіанъ на поверхности земли есть полукругъ, идущій отъ сѣвернаго къ южному полюсу. Такіе полукруги исходятъ во всѣхъ направленіяхъ изъ сѣвернаго полюса и одинъ такой полукругъ можно провести черезъ каждое данное мѣсто. Въ настоящее время большинствомъ націй меридіанъ Королевской Обсерваторіи въ Гриничѣ (Greenwich) принимается за тотъ, отъ котораго мѣряются долготы и соотвѣтственно которому ставятся часы въ значительной части Европы и въ С. Штатахъ Америки.

Земному меридіану даннаго мѣста соотвѣтствуетъ небесный, который проходитъ отъ сѣвернаго небеснаго полюса черезъ зенитъ, пересѣкаетъ горизонтъ въ его южной точкѣ и продолжается до южнаго полюса. При своемъ вращеніи около оси земля уноситъ съ собой, какъ небесный, такъ и земной меридіаны, такъ что первый въ теченіе сутокъ обходитъ всю небесную сферу. Намъ это представляется такъ, что въ теченіе сутокъ всякая точка небесной сферы проходитъ черезъ меридіанъ.

Полднемъ называется моментъ, въ который черезъ меридіанъ проходитъ солнце. До введенія желѣзныхъ дорогъ, люди обыкновенно ставили свои часы по солнцу. Но вслѣдствіе наклона эклиптики <sup>1)</sup> къ экватору и вслѣдствіе того, что солнце находится не въ центрѣ земной орбиты, промежутки времени между послѣдовательными прохожденіями

---

<sup>1)</sup> Объ эклиптикѣ см. часть I, глава 5.

солнца через меридианъ не совсѣмъ одинаковы. Вслѣдствіе этого, если часы идутъ вѣрно все время, солнце иногда будетъ проходить меридианъ раньше, иногда же послѣ двѣнадцати часовъ по этимъ часамъ. Когда астрономы уяснили себѣ это, они ввели различіе между истиннымъ и среднимъ временемъ. Истинное время есть то неравновѣрно текущее время, которое опредѣляется солнцемъ; среднее время—то, которое указывается часами, идущими равновѣрно мѣсяцъ за мѣсяцемъ. Разница между тѣмъ и другимъ называется равненіемъ времени. Своей наибольшей величины оно достигаетъ каждый годъ около перваго ноября и середины февраля. Въ первомъ случаѣ солнце проходитъ меридианъ на шестнадцать минутъ раньше, чѣмъ часы показываютъ двѣнадцать, въ февралѣ—четырнадцатью или пятнадцатью минутами позже двѣнадцати.

Для опредѣленія средняго времени астрономы воображаютъ нѣкоторое «среднее» солнце, которое движется всегда по небесному экватору и притомъ такъ, что проходитъ меридианъ черезъ совершенно равныя промежутки времени; оно иногда бываетъ впереди дѣйствительнаго солнца, а иногда позади его. Это воображаемое или среднее солнце и опредѣляетъ время сутокъ. Можетъ быть, понять это будетъ немного легче, если принять вещи, какъ онѣ намъ кажутся, и вообразить, что земля находится въ покоѣ, а солнце обращается около нея, послѣдовательно пересѣкая меридианы одного мѣста за другимъ. Такимъ образомъ полдень какъ бы постоянно странствуетъ вокругъ земли. Въ нашихъ широтахъ его скорость недалеко отъ трехсотъ метровъ въ секунду: иначе сказать, если на томъ мѣстѣ, гдѣ мы стоимъ, теперь полдень, то секундой позднѣе будетъ полдень на триста метровъ дальше къ западу, еще черезъ секунду—еще на триста метровъ дальше къ западу и такъ далѣе на всѣ двадцать четыре часа, пока полдень не вернется снова къ тому мѣсту, гдѣ мы находимся. Отсюда ясно, что въ одинъ и тотъ же моментъ не можетъ быть одно и то же время дня въ двухъ мѣстахъ, изъ которыхъ одно лежитъ къ западу или къ востоку отъ другого. Путешествуя къ западу, мы будемъ постоянно находить, что наши часы впереди часовъ тѣхъ мѣстъ, которыхъ мы достигаемъ, тогда какъ при путеше-



55608.к.

ствіи на востокъ они будутъ отставать. Это измѣняющееся съ перемѣной мѣста время называется *мѣстнымъ* или *астрономическимъ временемъ*. Последнее названіе произошло отъ того, что именно это время опредѣляется астрономическими наблюденіями въ каждомъ данномъ мѣстѣ.

### Главное время.

Употребленіе мѣстнаго времени раньше причинило путешественникамъ большія неудобства. Каждая желѣзная дорога имѣла свой меридіанъ, по которому и пускала свои поѣзда; и путешественнику часто приходилось терять поѣздъ изъ-за того, что онъ не зналъ соотношенія между своими часами и желѣзнодорожнымъ временемъ. Поэтому въ Америкѣ въ 1883 году была введена существующая и теперь особая система главнаго времени. Въ этой системѣ принимаютъ за главные тѣ меридіаны, которые отстоятъ на пятнадцать градусовъ другъ отъ друга,—такое пространство солнце проходитъ въ одинъ часъ. Время, въ которое солнце проходитъ главный меридіанъ, принимается за полдень и для всей полосы шириною въ семь или восемь градусовъ съ каждой стороны отъ него. Оно называется *главнымъ временемъ* (standard time по-англійски). Долготы, отмѣчающія пояса, отсчитываются отъ Гринича. Случайно, городъ Филадельфія находится приблизительно въ семидесяти пяти градусахъ или пяти часахъ отъ Гринича. Говоря точнѣе, она приблизительно на одну минуту дальше этого. Такимъ образомъ главный меридіанъ, которымъ пользуются въ восточныхъ штатахъ, проходитъ немного къ востоку отъ Филадельфіи. Когда средній полдень достигаетъ этого меридіана, во всѣхъ восточныхъ и среднихъ штатахъ до Огайо на западѣ считается двѣнадцать часовъ. Часомъ позднѣе считается двѣнадцать часовъ въ долинѣ Миссиссиппи. Часомъ позднѣе наступаетъ двѣнадцать часовъ въ области Скалистыхъ горъ. Еще черезъ часъ мы имѣемъ двѣнадцать часовъ на берегу Тихаго океана. Такимъ образомъ въ Америкѣ употребляется четыре рода времени: Восточное, Центральное, Горное и Тихоокеанское времена, отличающіяся другъ отъ друга только цѣлыми часами. Пользуясь этимъ временемъ, путешественникъ можетъ переставлять свои часы впередъ или назадъ на цѣлый часъ сразу,

путешествуя между тихоокеанскимъ и атлантическимъ берегами, и тогда они будутъ показывать вѣрно для той области, въ которой онъ находится.

Именно этой разницей времени и опредѣляются долготы мѣстъ. Вообразите, что наблюдатель въ Нью-Йоркѣ нажимаетъ телеграфную клавишу какъ разъ въ тотъ моментъ, когда нѣкоторая звѣзда пересѣкаетъ его меридианъ, такъ что этотъ моментъ по телеграфу отмѣчается и въ Чикаго и въ Нью-Йоркѣ. Когда эта звѣзда достигаетъ меридиана Чикаго, здѣшній наблюдатель отмѣчаетъ такимъ же путемъ моментъ ея прохожденія черезъ его меридианъ. Интервалъ между двумя нажимами и показываетъ разницу долготъ между этими двумя городами. Тотъ же результатъ можно получить также, если одинъ наблюдатель протелеграфируетъ другому свое мѣстное время. Разница этихъ мѣстныхъ временъ дастъ долготу.

Въ связи съ этимъ слѣдуетъ замѣтить, что небесныя тѣла восходятъ и заходятъ по мѣстному, а не главному времени. Поэтому время восхода и захода солнца, которое дается въ календаряхъ, не будетъ годиться для установки нашихъ часовъ по главному времени, если только мы не находимся на одномъ изъ главныхъ меридиановъ.

Разница между этими двумя родами времени дѣлаетъ то, что такое мѣстное <sup>1)</sup> время по мѣрѣ путешествія къ востоку или западу измѣняется только скачками въ одинъ часъ при пере сѣченіи границъ одного изъ описанныхъ выше поясовъ.

### Гдѣ мѣняется день?

И полночь, какъ полдень, постоянно путешествуетъ кругомъ земли, проходя послѣдовательно черезъ всѣ меридианы. При каждомъ прохожденіи она возвѣщаетъ на этомъ меридианѣ начало другого дня. Если при одномъ прохожденіи былъ понедѣльникъ, то, когда она вернется снова, будетъ вторникъ. Такимъ образомъ долженъ существовать гдѣ-нибудь меридианъ, гдѣ понедѣльникъ смѣняется вторникомъ и гдѣ каждый день мѣняется въ слѣдующій. Этотъ раздѣльный меридианъ, называемый *линіей даты* (date line), опредѣляется только соглашеніемъ и обычаемъ. По мѣрѣ распространенія

<sup>1)</sup> т. е. взяты по одному изъ главныхъ меридиановъ.

колонизації къ востоку и западу, люди несли съ собою и свой счетъ дней. Въ результатъ получилось то, что, когда люди, шедшіе на востокъ, встрѣчались съ людьми, шедшими на западъ, у нихъ оказывалась разница во времени въ одинъ день. Что для путешественника къ западу было понедѣльникомъ, то для шедшаго на востокъ было вторникомъ. Такъ было и при приобрѣтеніи Аляски Америкой. Русскіе достигли этой страны, путешествуя на востокъ, и потому оказалось, что, когда американцы пришли сюда, двигаясь на западъ, ихъ суббота была у русскихъ воскресеньемъ. Это возбудило вопросъ о томъ, слѣдуетъ ли здѣшнимъ жителямъ при чествованіи праздниковъ православной церкви придерживаться стараго или новаго счета дней. Вопросъ былъ отосланъ на разрѣшеніе Синода въ Петербургъ и наконецъ Струве, директору Пулковской Обсерваторіи, главнаго астрономическаго учрежденія Имперіи. Струве высказался въ пользу американскаго счета и соотвѣтственно этому было сдѣлано измѣненіе.

Въ настоящее время за линію даты обыкновенно принимается меридіанъ, противоположащій Гриничскому. Онъ проходитъ черезъ Тихій океанъ и пересѣкаетъ на своемъ пути очень мало суши: только сѣверо-восточный уголь Азіи и, пожалуй, нѣкоторые изъ острововъ Фиджи. Это счастливое обстоятельство устранило серьезное неудобство, которое могло бы возникнуть, еслибы линія даты проходила по срединѣ какой-нибудь страны. Въ послѣднемъ случаѣ у жителей одного города время могло бы отличаться на сутки отъ времени сосѣдняго города, но лежащаго по ту сторону линіи даты. Могло бы даже выйти, что обитатели двухъ сторонъ одной и той же улицы имѣли бы воскресенье въ разные дни. Въ океанѣ это неудобство устраняется. Линія даты не должна непременно быть земнымъ меридіаномъ, но можетъ уклоняться отъ него въ ту или другую сторону, гдѣ окажется необходимость устранить упомянутое неудобство. Такъ, жители острова Чатамъ имѣютъ то же время, что и жители сосѣдней Новой Зеландіи, хотя меридіанъ, отстоящій отъ Гриничскаго на 180 градусовъ, проходитъ между ними.

## Какъ опредѣляется положеніе небеснаго тѣла.

Въ этой главѣ я долженъ ввести и объяснить нѣсколько техническихъ терминовъ. Понятія, которыя они выражаютъ, необходимы для полнаго пониманія небесныхъ движеній и положеній звѣздъ во всякое время, когда мы можемъ пожелать наблюдать ихъ. Тому читателю, который ищетъ только общаго представленія о небесныхъ явленіяхъ, эта глава не необходима. Того же, который ищетъ болѣе глубокаго знанія, я попрошу тщательно разсмотрѣть небесную сферу, описанную во второй главѣ. Разсмотримъ соотношенія двухъ сферъ на рис. 3. Одна изъ нихъ есть дѣйствительный шаръ земли, на поверхности котораго мы живемъ, и который постоянно уноситъ насъ съ собой въ своемъ суточномъ движеніи. Другимъ является кажущаяся сфера неба, окружающая нашъ шаръ со всѣхъ сторонъ на безконечномъ разстояніи; хотя она не реальна, но мы должны вообразить ее себѣ для того, чтобы умѣть находить небесныя тѣла. Слѣдуетъ замѣтить, что мы смотримъ на эту сферу изъ ея центра, такъ что все, что мы видимъ, какъ бы находимся на ея внутренней поверхности, на поверхность же земли мы смотримъ снаружн.

Между точками и кругами на этихъ двухъ сферахъ существуетъ извѣстное соотвѣтствіе. Мы уже указывали, что ось земли, которая отмѣчаетъ наши сѣверный и южный полюсы, будучи продолжена въ обѣ стороны чрезъ пространство, отмѣчаетъ на небесной сферѣ сѣверный и южный полюсы.

Мы знаемъ, что земной экваторъ опоясываетъ землю на равномъ разстояніи отъ обоихъ полюсовъ. Такимъ же образомъ и на небесной сферѣ мы имѣемъ экваторъ, который

проходить кругомъ нея на разстояніи  $90^\circ$  отъ каждаго изъ небесныхъ полюсовъ. Еслибы его можно было обозначить на небѣ краской, то мы видѣли бы его всегда, и днемъ и ночью, въ одномъ опредѣленномъ положеніи. Точно представить себѣ его видъ нетрудно. Онъ пересѣкаетъ горизонтъ въ точкахъ востока и запада и представляетъ собою именно ту

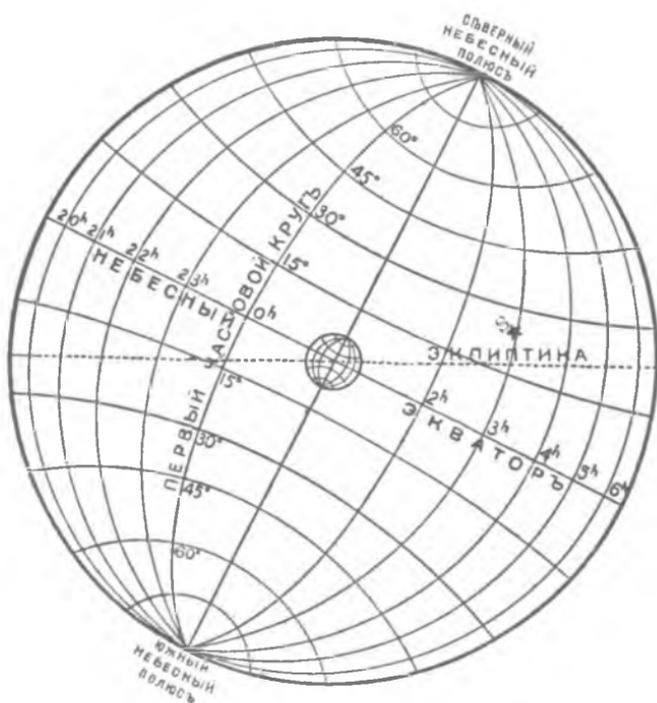


Рис. 3. Круги на небесной сферѣ.

линію, которую описываетъ на небѣ солнце при своемъ суточномъ движеніи въ мартѣ и сентябрѣ, когда оно остается надъ горизонтомъ впродолженіе двѣнадцати часовъ. Въ южной части Россіи онъ проходитъ приблизительно по срединѣ между зенитомъ и южной точкой горизонта; чѣмъ дальше къ югу, тѣмъ ближе подходитъ онъ къ зениту и, чѣмъ дальше къ сѣверу, тѣмъ ближе онъ къ горизонту.

Какъ на землѣ мы имѣемъ круги широтъ, параллель-

ные экватору и проходящіе къ сѣверу и югу отъ него, такъ на небесной сферѣ мы имѣемъ круги, параллельные небесному экватору и имѣющіе свои центры на линіи отъ глаза наблюдателя къ тому или другому изъ небесныхъ полюсовъ. Какъ параллели широтъ на землѣ становятся тѣмъ меньше, чѣмъ ближе къ полюсу, такъ и эти небесные круги уменьшаются по мѣрѣ приближенія къ небеснымъ полюсамъ. Мы знаемъ, что на землѣ долгота какого-нибудь мѣста опредѣляется положеніемъ меридіана, который идетъ отъ сѣвернаго полюса къ южному черезъ это мѣсто. Уголь, который этотъ меридіанъ составляетъ съ меридіаномъ Гриничской Обсерваторіи, и есть долгота этого мѣста относительно Гринича <sup>1)</sup>.

Ту же систему мы имѣемъ и на небѣ. Вообразимъ себѣ круги, которые идутъ отъ одного небеснаго полюса къ другому по всѣмъ направленіямъ и которые пересѣкаютъ экваторъ подъ прямыми углами, какъ показано на рис. 3. Они называются *часовыми кругами*. Одинъ изъ нихъ называется первымъ часовымъ кругомъ; онъ такъ и помѣченъ на рисункѣ. Онъ проходитъ чрезъ точку весенняго равноденствія, опредѣленіе которой будетъ дано въ слѣдующей главѣ. Этотъ кругъ на небѣ соотвѣтствуетъ Гриничскому меридіану на поверхности земли.

Положеніе звѣзды на небесной сферѣ опредѣляется тѣмъ же путемъ, какимъ при помощи широты и долготы опредѣляется положеніе какого-нибудь города на землѣ. Только здѣсь употребляются другіе термины. Въ астрономіи величина, отвѣчающая долготѣ, называется *прямымъ восхожденіемъ*; та, которая отвѣчаетъ широтѣ, называется *склоненіемъ*. Такимъ образомъ мы имѣемъ слѣдующія опредѣленія, которыя читателю нужно тщательно запомнить:

Склоненіемъ свѣтила называется его видимое (угловое) разстояніе къ сѣверу или къ югу отъ небеснаго экватора. На нашемъ рисункѣ звѣзда имѣетъ склоненіе въ  $25^{\circ}$  сѣверное.

Прямое восхожденіе свѣтила есть уголь, какой дѣлаетъ проходящій чрезъ него часовой кругъ съ первымъ часовымъ

<sup>1)</sup> На огромномъ большинствѣ географическихъ картъ долготы считаются отъ Гринича. Но иногда бываетъ, что французы считаютъ долготы отъ Парижа, нѣмцы отъ Берлина, а на русскихъ картахъ долготы перѣдко даются отъ Пулкова.

кругомъ, т.е. тѣмъ, который проходитъ чрезъ точку весенняго равноденствія. На нашемъ рисункѣ звѣзда имѣетъ прямаго восхожденіе равное тремъ часамъ.

Прямое восхожденіе звѣзды въ астрономической практикѣ вообще выражается часами, минутами и секундами, какъ показано на рис. 3. Но его такъ же хорошо можно выразить и въ градусахъ подобно тому, какъ выражаются долготы мѣстъ на землѣ. Прямое восхожденіе, выраженное въ часахъ, можетъ быть переведено въ градусы простымъ способомъ—умноженіемъ на 15. Это объясняется тѣмъ, что земля поворачивается въ одинъ часъ на  $15^\circ$ . Рис. 3 показываетъ намъ также, что въ то время, какъ градусы широты приблизительно одинаковы повсюду на землѣ, градусы долготы постепенно уменьшаются отъ экватора къ полюсамъ—сначала медленно, потомъ быстро. На экваторѣ градусъ долготы имѣетъ около 105 километровъ, на широтѣ же  $45^\circ$  только около 75 километровъ. На  $60^\circ$  онъ меньше 55 километровъ, а на полюсѣ обращается въ нуль, такъ какъ здѣсь всѣ меридіаны пересѣкаются.

Легко видѣть, что скорость движенія различныхъ точекъ на поверхности земли вслѣдствіе ея вращенія уменьшается согласно тому же закону. На экваторѣ  $15^\circ$  составляютъ около 1600 километровъ. Значитъ, здѣсь каждая точка поверхности земли движется со скоростью около полуторы тысячи километровъ въ часъ. Это составляетъ около 500 метровъ въ секунду. Но на широтѣ  $45^\circ$  скорость эта уменьшается до 300 метровъ съ небольшимъ къ секунду. На  $60^\circ$  она составляетъ только половину экваторіальной, а на полюсахъ уничтожается совершенно.

Одно только обстоятельство затрудняетъ пользованіе указанной системой прямыхъ восхожденій и склоненій, именно вращеніе земли. Пока мы остаемся на мѣстѣ, мы находимся на томъ же самомъ кругѣ долготы на землѣ (меридіанѣ). Но прямое восхожденіе точки неба, которая намъ кажется неподвижной <sup>1)</sup>, на самомъ дѣлѣ постоянно измѣняется вслѣдствіе вращенія земли. Единственная разница между небеснымъ

<sup>1)</sup> т. е. неподвижной относительно окружающихъ насъ предметовъ или нашего горизонта, какъ, напримѣръ, зенитъ или какая-нибудь точка горизонта и пр.

меридіаномъ <sup>1)</sup> и часовымъ кругомъ состоитъ въ томъ, что первый движется вмѣстѣ съ землей, послѣдній же неподвиженъ на небесной сферѣ.

Между земною и небесной сферой есть большое сходство во всѣхъ отношеніяхъ. Какъ первая вращается около своей оси съ запада на востокъ, такъ послѣдняя кажется движущейся съ востока на западъ. Если мы вообразимъ землю въ центрѣ небесной сферы, съ проходящей черезъ обѣ сферы общей осью, какъ показано на рисункѣ, то мы будемъ имѣть наглядное представленіе о тѣхъ соотношеніяхъ, которыя мы желаемъ выяснитъ.

Еслибы солнце казалось неподвижнымъ на небесной сферѣ изъ года въ годъ, какъ звѣзды, то задача нахождения звѣзды по извѣстнымъ заранѣе прямому восхожденію и склоненію была бы легче, чѣмъ она есть на самомъ дѣлѣ. Но вслѣдствіе годичнаго обращенія земли около солнца видимое положеніе звѣзднаго неба постоянно измѣняется опредѣленнымъ образомъ. Мы должны прежде всего выяснитъ слѣдствія этого обращенія.

---

<sup>1)</sup> Какъ небесный экваторъ есть пересѣченіе небесной сферы съ плоскостью земного экватора, такъ небесный меридіанъ даннаго мѣста есть пересѣченіе небесной сферы съ плоскостью земного меридіана даннаго мѣста. Небесный меридіанъ проходитъ черезъ полюсь и черезъ зенитъ даннаго мѣста.

## Годичное движеніе земли и его слѣдствія.

Всѣмъ извѣстно, что земля не только вращается около своей оси, но совершаетъ также годичное обращеніе вокругъ солнца. Результатомъ этого движенія, тѣмъ фактомъ, въ которомъ оно обнаруживается, является видимое годичное обращеніе солнца между звѣздами по небесной сферѣ. Намъ нужно только представить себѣ, что мы движемся вокругъ солнца и потому видимъ его въ различныхъ направленіяхъ, и мы тотчасъ поймемъ, что оно должно намъ казаться движущимся между звѣздами, болѣе далекими, чѣмъ оно. Правда, непосредственно это движеніе незамѣтно, такъ какъ днемъ звѣзды не видны. Но фактъ этого движенія будетъ совершенно ясенъ, если мы день за днемъ станемъ наблюдать какую-нибудь опредѣленную звѣзду на западѣ. Мы увидимъ, что она заходитъ съ каждымъ днемъ раньше и раньше; другими словами, она постепенно подходитъ все ближе и ближе къ солнцу. Точнѣе, такъ какъ на самомъ дѣлѣ направленіе, въ которомъ видна звѣзда (ея прямое восхожденіе и склоненіе, напр.), не измѣнилось, то будетъ казаться, что солнце приближается къ звѣздѣ.

Еслибы мы могли видѣть звѣзды днемъ возлѣ солнца, дѣло было бы еще яснѣе. Мы увидѣли бы, что, если на восходѣ солнце было рядомъ съ какой-нибудь звѣздой, то въ теченіе дня оно постепенно отодвинется отъ звѣзды въ восточномъ направленіи. За время между восходомъ и заходомъ оно сдвинулось бы относительно звѣзды на величину своего поперечника. На слѣдующее утро мы увидѣли бы, что оно ушло отъ звѣзды довольно далеко и отстоитъ отъ нея на два своихъ поперечника. Рис. 4 показываетъ, какъ

это должно происходить во время весеннего равноденствия около двенадцатаго марта. Это движение будетъ продолжаться мѣсяць за мѣсяцемъ и къ концу года солнце сдѣлаетъ

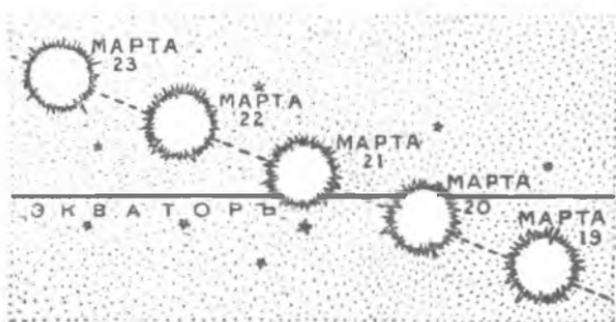


Рис. 4. Переходъ солнца черезъ экваторъ около 20 марта.

полный кругъ на небѣ относительно этой звѣзды—мы снова увидимъ ихъ рядомъ.

### Видимое движенье солнца.

Для поясненія указанныхъ выше явленій служитъ рис. 5, который представляетъ орбиту (путь) земли около солнца и въ нѣкоторомъ отдаленіи звѣзды. Когда земля находится въ А, мы видимъ солнце по линіи АМ, какъ будто бы оно находилось между звѣздами въ М. Когда мы перенесемся на землѣ изъ А въ В, то солнце покажется передвинувшимся изъ М въ N и такъ далѣе въ теченіе всего года. Это видимое движенье солнца въ теченіе года вокругъ небесной сферы было замѣчено древними, которые прилагали много стараній для нанесенія его на карту. Они воображали линію кругомъ всей небесной сферы, по которой солнце всегда двигалось въ своемъ годичномъ движеніи; эту линію они назвали эклиптикой. Древние замѣтили также, что вообще планеты движутся приблизительно, хотя и не совсѣмъ точно, тѣмъ же путемъ, какимъ движется между звѣздами солнце. Поясъ по обѣ стороны эклиптики, въ которомъ происходятъ движенія всѣхъ извѣстныхъ планетъ и солнца, былъ названъ зодіакомъ. Онъ былъ раздѣленъ на двѣнадцать знаковъ и каждый знакъ былъ отмѣченъ созвѣздіемъ. Солнце проходило каждый знакъ въ теченіе мѣсяца, а всѣ двѣнадцать знаковъ

въ теченіе года. Такъ возникли извѣстные знаки зодіака, носящіе тѣ же имена, что и созвѣздія, возлѣ которыхъ они помѣщаются. Это соотвѣтствие созвѣздіи и знаковъ зодіака



Рис. 3. Орбита земли и зодіакъ.

въ настоящее время нарушилось вслѣдствіе медленнаго движенія точки равноденствія, которое будетъ описано ниже.

Два большихъ круга, опоясывающихъ всю небесную сферу, о которыхъ мы говорили только что, занимаютъ совершенно различныя положенія: экваторъ опредѣляется направлениемъ, въ которомъ лежитъ ось земли, и проходитъ по сферѣ въ срединѣ между двумя небесными полюсами; эклиптика опредѣляется движениемъ земли вокругъ солнца. Эти два круга не совпадаютъ, а пересѣкаютъ одинъ другой въ двухъ діаметрально противоположныхъ точкахъ подъ угломъ другъ къ другу въ двадцать три съ половиной градуса или приблизительно въ четверть прямого угла. Этотъ уголъ называется *наклономъ эклиптики*. Чтобы въ точности понять его значеніе, мы должны замѣтить о небесныхъ полюсахъ слѣдующее: какъ ясно изъ того, что было о нихъ сказано, они опредѣляются только направлениемъ земной оси; они суть не что иное,

какъ діаметрально противоположныя точки неба, лежація точно по линіи земной оси. Небесный экваторъ, большой кругъ по срединѣ между полюсовъ, опредѣляется также направлениемъ земной оси и ничѣмъ больше.

Предположимъ теперь, что орбита земли (путь ея вокругъ солнца) лежитъ горизонтально. Мы можемъ вообразить ее себѣ въ видѣ окружности горизонтальной круглой платформы съ солнцемъ въ центрѣ. Предположимъ, что земля движется по окружности этой платформы и ея центръ находится на уровнѣ платформы; еслибы въ такомъ случаѣ ось

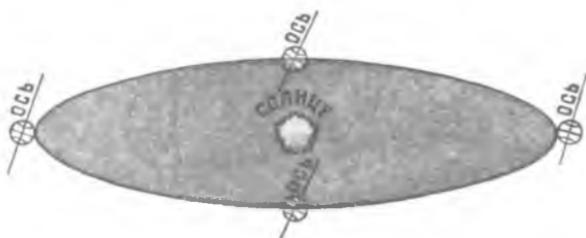


Рис. 6. Вліяніе наклона эклиптики на сѣвну время года.

земли была вертикальна, то экваторъ былъ бы горизонталенъ и лежалъ бы въ плоскости платформы, а потому во время годичнаго движенія земли вокругъ платформы онъ постоянно проходилъ бы черезъ солнце, лежащее въ центрѣ платформы. Въ такомъ случаѣ эклиптика, опредѣляемая видимымъ движениемъ солнца, была бы тѣмъ же самымъ кругомъ на небесной сферѣ, что и экваторъ. Наклонъ эклиптики происходитъ отъ того, что ось земли не вертикальна, какъ мы предполагали только что, а наклонена на двадцать три съ половиною градуса. Эклиптика имѣетъ такой же наклонъ къ плоскости экватора; этотъ наклонъ является слѣдствіемъ наклона земной оси. Важнымъ фактомъ въ связи съ этимъ является то, что при обращеніи земли вокругъ солнца направленіе ея оси въ пространствѣ остается неизмѣннымъ; поэтому ея сѣверный полюсъ уклоненъ то отъ солнца, то къ нему, соотвѣтственно ея положенію въ орбитѣ. Это показано на рис. 6, который представляетъ пану воображаемую платформу и на которой ось отклонена вправо. Сѣверный полюсъ будетъ всег-

да отклоненъ въ этомъ направленіи, будетъ ли находиться земля къ востоку, западу, сѣверу или югу отъ солнца.

Чтобы увидѣть значеніе этого наклона для положенія эклиптики, предположимъ, что въ полдень двадцатаго перваго марта земля сразу перестала двигаться вокругъ своей оси, продолжая, однако, свое движеніе вокругъ солнца. То, что мы увидѣли бы въ этомъ случаѣ въ теченіе слѣдующихъ трехъ мѣсяцевъ, представлено на рис. 7, указывающемъ тѣ движенія, которыя можно было бы наблюдать въ этомъ случаѣ въ южной части неба. Мы видѣли бы солнце на меридианѣ, гдѣ оно сначала казалось бы неподвижнымъ. Рисунокъ



Рис. 7. Видимое движеніе солнца по эклиптикѣ весной и лѣтомъ.

показываетъ небесный экваторъ, проходящій черезъ восточную и западную точки горизонта, какъ это уже было объяснено, а равно и эклиптику, пересекающую его въ равноденственной точкѣ. Наблюдая въ теченіе времени, равнаго тремъ нашимъ мѣсяцамъ, мы увидѣли бы, что солнце медленно совершаетъ свой путь вдоль эклиптики по направленію къ точкѣ съ отмѣткой «лѣтнее солнцестояніе», къ самой сѣверной точкѣ своего пути, которой оно достигаетъ около двадцатаго іюня.

Рис. 8 позволяетъ намъ прослѣдить за этимъ воображаемымъ движеніемъ въ теченіе слѣдующихъ трехъ мѣсяцевъ. Пройдя лѣтнее солнцестояніе, солнце постепенно стало бы спускаться опять въ экватору, который снова пересѣкло бы около двадцатаго сентября. Его движеніе въ теченіе остальной части года было бы совершенно одинаково съ описаннымъ, но по другую сторону эклиптики, относительно первыхъ шести мѣсяцевъ: солнце было бы южнѣе всего отъ экватора двадцатаго декабря и снова пересѣкло бы его двадцатаго марта.

Мы замѣчаемъ, что въ этомъ видимомъ годовомъ движеніи солнца есть четыре особенныхъ точки: 1) точка, откуда мы начали свое наблюденіе, здѣсь бываетъ весеннее равноденствіе; 2) точка, отъ которой солнце, достигнувъ сѣвернаго предѣла, начинаетъ снова спускаться къ экватору; эта точка называется лѣтнимъ солнцестояніемъ; 3) противъ точки весенняго равноденствія находится точка осенняго равноденствія, черезъ которую солнце проходитъ около двадцатаго сентября; 4) противъ лѣтняго солнцестоянія находится точка, въ которой солнце достигаетъ своего самаго южнаго положенія; она называется точкой зимняго солнцестоянія.

Часовые круги, идущіе отъ одного небеснаго полюса къ другому черезъ эти точки и пересѣкающіе экваторъ подъ прямымъ угломъ, называются *колюрами*. Тотъ изъ нихъ, который проходитъ чрезъ весеннее равноденствіе, и есть первый



Рис. 8. Видимое движеніе солнца съ марта по сентябрь.

часовой кругъ, отъ котораго, какъ было уже сказано, отсчитываются прямая восхожденія. Два перпендикулярные къ нему колюра называются колюрами солнцестояній.

Теперь разсмотримъ расположеніе свѣтилъ другъ относительно друга по временамъ года и дня. Предположимъ, что сегодня солнце и какая-нибудь звѣзда прошли меридіанъ въ одинъ и тотъ же моментъ; на завтра солнце будетъ градусомъ восточнѣе звѣзды, значить, звѣзда пройдетъ меридіанъ приблизительно на четыре минуты раньше солнца. Это будетъ продолжаться день за днемъ въ теченіе всего года, послѣ чего оба они снова пройдутъ меридіанъ приблизительно въ одинъ и тотъ же моментъ. Такимъ образомъ звѣзда

пройдемъ черезъ меридіанъ однимъ разомъ больше солнца. Иначе сказать, тогда какъ солнце въ теченіе года прошло черезъ меридіанъ триста шестьдесятъ пять разъ, звѣзда прошла чрезъ него триста шестьдесятъ шесть разъ. Если мы возьмемъ какую-нибудь звѣзду на югѣ, то и она, конечно, взойдетъ и зайдетъ такое же число разъ.

Астрономы принимаютъ въ расчетъ эти различные заходы и восходы звѣздъ и пользуются звѣздными сутками, которыя равны промежутку времени между двумя прохожденіями звѣзды или точки весенняго равноденствія черезъ меридіанъ. Они раздѣляютъ эти сутки на двадцать четыре часа, а эти послѣдніе на минуты и секунды обычнымъ порядкомъ. Они употребляютъ также звѣздные часы, уходящіе отъ обыкновенныхъ впередъ на три минуты пятьдесятъ шесть секундъ въ сутки и показывающіе такимъ образомъ звѣздное время. Звѣзднымъ полднемъ считается моментъ, когда черезъ меридіанъ даннаго мѣста проходитъ точка весенняго равноденствія. Часы ставятся тогда на 0 часовъ 0 минутъ 0 секундъ. Если поставить ихъ такимъ образомъ и выправить ихъ ходъ, то эти звѣздные часы будутъ показывать время въ строгомъ соотвѣтствіи съ небесной сферой, такъ что астроному нужно только взглянуть на свои часы, чтобы узнать—днемъ или ночью, все равно—, какія звѣзды находятся въ меридіанѣ и какое положеніе занимаютъ созвѣздія.

### Времена года.

Еслибы ось земли была перпендикулярна къ плоскости эклиптики, то послѣдняя совпадала бы съ экваторомъ и у насъ не было бы никакой разницы во временахъ года. Солнце постоянно восходило бы какъ разъ въ точкѣ востока и заходило въ точкѣ запада. Температура измѣнялась бы только слегка вслѣдствіе того, что земля въ январѣ чуть ближе къ солнцу, чѣмъ въ юль. Вслѣдствіе же наклона эклиптики, въ то время, когда солнце находится сѣвернѣе экватора—это бываетъ съ марта по сентябрь—, оно свѣтитъ въ сѣверномъ полушаріи каждый день дольше и съ большей высоты, чѣмъ въ южномъ. Въ южномъ полушаріи обратнo: здѣсь солнце сіяетъ больше, чѣмъ въ сѣверномъ, съ сентября по мартъ.

Такимъ образомъ мы имѣемъ въ сѣверномъ полушаріи зиму, когда въ южномъ бываетъ лѣто, и наоборотъ.

### Соотвѣтствіе дѣйствительныхъ и видимыхъ движеній.

Прежде, чѣмъ идти дальше, сопоставимъ описанныя выше явленія, какими они кажутся съ двухъ точекъ зрѣнія: во-первыхъ, съ точки зрѣнія дѣйствительныхъ движеній земли, во-вторыхъ, съ точки зрѣнія видимыхъ движеній неба, которыя являются слѣдствіемъ дѣйствительныхъ движеній.

Дѣйствительное суточное движеніе есть движеніе земли вокругъ ея оси.

Видимое суточное движеніе есть кажущееся движеніе свѣтила, происходящее отъ вращенія земли.

Дѣйствительное годовое движеніе есть движеніе земли вокругъ солнца.

Видимое годовое движеніе есть движеніе солнца между звѣздами кругомъ по небесной сферѣ.

Вслѣдствіе дѣйствительнаго суточного движенія плоскость нашего горизонта проходитъ въ извѣстные моменты чрезъ солнце или звѣзду.

Мы говоримъ тогда, что свѣтило восходитъ или заходитъ, смотря по обстоятельствамъ.

Около двадцать перваго марта каждаго года плоскость земного экватора переходитъ черезъ солнце отъ сѣвера къ югу, а около двадцать перваго сентября она возвращается обратно къ сѣверу.

Мы говоримъ тогда, что солнце переходитъ на сѣверъ отъ экватора въ мартѣ и на югъ въ сентябрѣ.

Въ іюнѣ каждаго года плоскость земного экватора проходитъ на наибольшемъ разстояніи къ югу отъ солнца, а въ декабрѣ въ наибольшемъ разстояніи къ сѣверу отъ него.

Въ первомъ случаѣ мы говоримъ, что солнце находится въ сѣверномъ солнцестояніи, а во второмъ, что оно въ южномъ солнцестояніи.

Земная ось отклонена на двадцать три съ половиной градуса отъ перпендикуляра къ земной орбитѣ.

Видимымъ слѣдствіемъ этого является наклонъ эклиптики къ небесному экватору на двадцать три съ половиной градуса.

Въ іюнѣ и въ продолженіе другихъ лѣтнихъ мѣсяцевъ сѣ-

верное полушаріе земли наклонено къ солнцу. Мѣста въ сѣверныхъ широтахъ, при своемъ движеніи вслѣдствіе вращенія земли, освѣщаются въ это время солнечнымъ свѣтомъ болѣе, чѣмъ въ теченіе половины своего суточного пути, мѣста въ южныхъ широтахъ—меньше.

Видимымъ результатомъ для насъ является то, что солнце остается надъ горизонтомъ болѣе полусутокъ и у насъ наступаетъ жаркая погода, тогда какъ въ южномъ полушаріи дни коротки и тамъ царствуетъ зима. Въ теченіе нашихъ зимнихъ мѣсяцевъ происходитъ обратное: тогда къ солнцу наклонено южное полушаріе, сѣверное же отклонено отъ него. Слѣдовательно, лѣтніе и длинные дни имѣютъ мѣсто въ южномъ полушаріи, въ сѣверномъ же, наоборотъ, наступаютъ короткіе дни.

### **Годъ и предвареніе равноденствій (прецессія).**

Весьма естественно, что мы опредѣляемъ годъ, какъ промежутокъ времени, въ который земля обходитъ вокругъ солнца. Изъ того, что мы сказали выше, вытекаетъ два способа опредѣленія его продолжительности. Одинъ изъ нихъ—это опредѣленіе промежутка между двумя прохожденіями солнца мимо одной и той же звѣзды. Другимъ является опредѣленіе промежутка между двумя прохожденіями солнца чрезъ то же самое равноденствіе, т. е. чрезъ экваторъ. Еслибы послѣдній былъ неподвиженъ относительно звѣздъ, то эти два промежутка были бы одинаковы. Но еще древніе астрономы изъ наблюденій, охватывавшихъ нѣсколько столѣтій, нашли, что эти два метода не даютъ одной и той же длины года. На прохожденіе полнаго оборота по небесной сферѣ относительно звѣздъ солнце тратитъ двадцатью минутами больше, чѣмъ на прохожденіе полнаго оборота относительно равноденствій. Это показываетъ, что равноденствія изъ года въ годъ постоянно измѣняютъ свое положеніе между звѣздами. Это смѣщеніе называется предвареніемъ равноденствій (прецессіей). Оно обусловлено не какимъ-нибудь движеніемъ самого неба, но просто медленнымъ измѣненіемъ изъ года въ годъ направленія оси земли при ея движеніи вокругъ солнца.

Еслибы мы предположили, что платформа рис. 6 сто-

ить шесть—семь тысячъ лѣтъ, и что земля сдѣлала шесть—семь тысячъ оборотовъ вокругъ нея, то мы замѣтили бы, что въ концѣ этого періода сѣверный конецъ земли будетъ отклоненъ уже не вправо, какъ показано на рисункѣ, а прямо къ намъ. Черезъ другія шесть или семь тысячъ лѣтъ онъ будетъ отклоненъ влѣво отъ насъ; въ концѣ третьяго такого періода онъ будетъ отклоненъ прямо отъ насъ, а въ концѣ четвертаго или приблизительно черезъ двадцать шесть тысячъ лѣтъ всего онъ снова вернется въ первоначальное положеніе. Такъ какъ небесные полюсы опредѣляются направлениемъ земной оси, то указанное измѣненіе въ направленіи этой оси будетъ медленно перемѣщать ихъ на небѣ по кругу съ радіусомъ приблизительно въ двадцать три съ половиной градуса.

Въ настоящее время Полярная звѣзда находится на разстояніи градуса съ небольшимъ отъ полюса. Но полюсъ постепенно приближается къ ней и пройдетъ ближе всего въ ней приблизительно черезъ двѣсти лѣтъ. Черезъ двѣнадцать тысячъ лѣтъ отъ нашего времени полюсъ будетъ находиться въ созвѣздіи Лиры, приблизительно въ пяти градусахъ отъ яркой звѣзды Веги въ этомъ созвѣздіи. Во времена древнихъ грековъ ихъ мореплаватели вовсе не знали никакой полярной звѣзды, такъ какъ нынѣшняя Полярная звѣзда въ то время находилась въ десяти или двѣнадцати градусахъ отъ полюса и послѣдній лежалъ между нею и созвѣздіемъ Большой Медвѣдицы. Они правили именно по послѣднему созвѣздію и называли его «Кинѹруой».

Такъ какъ небесный экваторъ есть кругъ, расположенный по срединѣ между двухъ полюсовъ, то изъ всего этого слѣдуетъ, что и въ его положеніи между звѣздами должно замѣчаться соотвѣтственное измѣненіе. Результатъ такого смѣщенія экватора за послѣднія двѣ тысячи лѣтъ показанъ на рис. 9. Такъ какъ точки равноденствія представляютъ собой точки пересѣченія эклиптики и экватора, то вслѣдствіе этого движенія и онѣ мѣняютъ свое положеніе. Отъ этого происходитъ предвареніе равноденствій.

Два вида года, описанные нами, называются *тропическимъ* и *звѣзднымъ* годомъ. Тропическій годъ, называемый также солнечнымъ, есть промежутокъ между двумя возвра-

шеніями солнца къ одному и тому же равноденствію. Его длина составляет

365 сутокъ 5 часовъ 48 минутъ 46 секундъ.

Такъ какъ смѣна времени года обусловливается тѣмъ, находится ли солнце къ сѣверу или къ югу отъ экватора,



Рис. 9. Предвареніе равноденствій (прецессія).

то при счетѣ времени употребляется солнечный или тропическій годъ. Древніе астрономы нашли, что его длина составляетъ около трехсотъ шестидесяти пяти съ четвертью сутокъ. Уже давно, во время Птолемея длина этого года была извѣстна еще точнѣе: было найдено, что онъ на нѣсколько минутъ короче трехсотъ шестидесяти пяти съ четвертью сутокъ. Въ основу Григоріанскаго календаря, употребляемаго нынѣ почти всѣми цивилизованными націями, положена величина года, весьма близкая къ указанной выше длинѣ тропическаго года.

Звѣздный годъ есть промежутокъ между двумя прохожденіями солнца мимо одной и той же звѣзды. Его длина равна тремстамъ шестидесяти пяти суткамъ шести часамъ девяти минутамъ.

Согласно Юліанскому календарю, употреблявшемуся въ христіанскихъ странахъ до 1582 года, годъ принимался равно въ триста шестидесять пять съ четвертью сутокъ, т. е. на 11 минутъ 14 секундъ больше истинной длины солнечнаго года. Такимъ образомъ времена года съ теченіемъ столѣтій постепенно перемѣшались въ году. Для того, чтобы устранить это и установить годъ, котораго средняя длина была бы по возможности правильна, папа Григорій XIII издалъ декретъ, по которому въ трехъ столѣтіяхъ на каждыя четыре изъ Юліанскаго календаря должно выбрасываться по одному дню. По Юліанскому календарю послѣдній годъ каж-

даго столѣтія считался високоснымъ. Въ Григоріанскомъ календарѣ 1600 годъ считался високоснымъ. но 1700, 1800, 1900 были уже простые годы.

Григоріанскій календарь былъ немедленно принятъ всѣми католическими странами, а затѣмъ одной за другой и протестанскими, такъ что за послѣднія 150 лѣтъ онъ сталъ общепринятымъ и въ тѣхъ и въ другихъ. Только Россія удержала Юліанскій календарь до нынѣшняго дня. Такимъ образомъ въ Россіи счетъ времени теперь на 13 дней позади счета другихъ христіанскихъ странъ. Въ 1900 г. русскій новый годъ пришелся на западно-европейское 13 января. Въ февралѣ этого года въ Западной Европѣ считали только 28 дней, а въ Россіи 29. Поэтому въ 1901 году русскій новый годъ перенесся еще дальше—на западно-европейское 14 января.



ЧАСТЬ II

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ



## Рефракторъ.

Ни одна отрасль астрономіи не интересуеть публику больше, чѣмъ та, которая занимается телескопомъ. Я предполагаю, что читатель желаетъ составить себѣ осмысленное представленіе о томъ, что такое телескопъ и что имъ можно видѣть. Этотъ инструментъ въ своемъ полномъ видѣ, въ какомъ имъ пользуются астрономы на обсерваторіи, очень сложенъ. Но существенныхъ пунктовъ въ его устройствѣ немного и ихъ не трудно понять при небольшой затратѣ вниманія. Понявъ эти существенныя черты, посѣтитель обсерваторіи будетъ разсматривать инструменты съ гораздо большимъ удовлетвореніемъ, чѣмъ ничего не зная о немъ раньше.

Важной функціей телескопа, какъ это извѣстно всѣмъ, является приближеніе отдаленныхъ предметовъ, разсматриваніе предмета, находящагося на разстояніи километровъ такъ, какъ будто бы онъ находился на разстояніи нѣсколькихъ метровъ. Оптическія средства, при помощи которыхъ это достигается, крайне просты. Они состоятъ изъ большихъ хорошо отшлифованныхъ линзъ того же сорта, что и стекла для очковъ, но отличающихся отъ послѣднихъ своими размѣрами и совершенствомъ обработки. Всякій телескопъ имѣетъ приспособленіе для собиранія свѣта, идущаго отъ разсматриваемаго объекта; при помощи этого свѣта и получается изображеніе объекта. Есть два способа собиранія свѣта: въ одномъ изъ нихъ свѣтъ пропускается черезъ рядъ линзъ, въ другомъ онъ отражается отъ вогнутого зеркала. Такимъ образомъ мы имѣемъ два рода телескоповъ, такъ называемые рефракторы и рефлекторы. Мы начнемъ съ первыхъ, какъ болѣе употребительныхъ.

### Линзы телескопа.

Линзы рефрактора составляютъ двѣ комбинаціи или системы. Одна изъ нихъ есть предметное стекло, чаще называемое объективомъ; оно образуетъ изображеніе далекаго предмета въ точкѣ, называемой фокусомъ инструмента; другая система есть окуляръ, при помощи котораго это изображеніе разсматривается.

Объективъ и есть самая трудная по выполнению и тонкая часть инструмента. Его конструкція требуетъ больше самой утонченной опытности, чѣмъ конструкція всѣхъ остальныхъ частей вмѣстѣ. Какъ велики должны быть нужныя здѣсь природныя способности, можно судить по тому факту, что тридцать лѣтъ тому назадъ во всемъ свѣтѣ былъ только одинъ человѣкъ, въ способность котораго построить совершенный объективъ самыхъ большихъ размѣровъ астрономы вѣрили вездѣ. Этотъ человѣкъ былъ Альванъ Кларкъ (Alvan Clark), о которомъ мы будемъ говорить ниже.

Въ обыкновенномъ видѣ объективъ состоитъ изъ двухъ большихъ линзъ. Сила телескопа зависитъ вполнѣ отъ діаметра этихъ линзъ, который называется *отверстіемъ* телескопа. Отверстіе бываетъ отъ семи или десяти сантиметровъ въ маленькихъ любительскихъ телескопахъ до цѣлаго метра въ большомъ телескопѣ Йеркской обсерваторіи. Основаніе, почему сила телескопа зависитъ отъ діаметра объектива, заключается въ слѣдующемъ: для того, чтобы увидѣть предметъ, увеличенный въ нѣскольکو разъ, въ его обычной яркости, количество свѣта должно быть больше пропорціонально квадрату силы увеличенія. Напримѣръ, если мы имѣемъ увеличеніе въ сто разъ, то количество свѣта должно быть въ десять тысячъ разъ больше. Я не хочу сказать, что это количество всегда необходимо; бываетъ и иначе, такъ какъ обыкновенно мы можемъ видѣть предметъ и въ болѣе слабomъ освѣщеніи, чѣмъ то, въ которомъ мы видимъ его обыкновенно. Однако, извѣстное количество свѣта нужно непременно, иначе изображеніе его выйдетъ слишкомъ слабо.

Для того чтобы телескопъ давалъ ясное изображеніе далекаго предмета, самымъ существеннымъ условіемъ явля-

ется то, чтобы объективъ собиралъ всё лучи, исходящiе изъ одной какой-нибудь точки наблюдаемаго предмета, въ одинъ и тотъ же фокусъ. Если этого нѣтъ, если различные лучи попадаютъ въ различные фокусы, предметъ будетъ казаться размытымъ, какъ будто мы смотримъ на него черезъ очки не по глазамъ. Но отдѣльная линза, изъ какого бы сорта стекла она ни была сдѣлана, ни въ какомъ случаѣ не собираетъ лучей въ одинъ и тотъ же фокусъ. Читателю, безъ сомнѣнiя, извѣстно, что обыкновенный свѣтъ, идущiй отъ солнца или отъ звѣздъ, состоитъ изъ безчисленнаго количества лучей различныхъ цвѣтовъ, которые можно раздѣлить, пропустивъ свѣтъ черезъ трехгранную стеклянную призму. Эти цвѣта идутъ отъ краснаго на одномъ концѣ шкалы черезъ желтый, зеленый и голубой къ фиолетовому на другомъ концѣ. Простая линза собираетъ эти различные лучи въ различные фокусы—дальше всего отъ объектива красные, ближе всего фиолетовые. Это раздѣленiе лучей называется *свѣторазсыанiемъ* (дисперсiей).

Двѣсти лѣтъ тому назадъ астрономы признали невозможнымъ избѣжать дисперсiи линзъ. Но около 1750 г. Доллондъ (Dollond) въ Лондонѣ нашель, что этотъ недостатокъ можно исправить совмѣстнымъ употребленiемъ двухъ различныхъ сортовъ стекла, такъ называемыхъ кронгласа и флинтгласа. Основанiе этого очень просто. Кронгласъ имѣетъ почти ту же преломляющую способность, что и флинтъ, но почти вдвое меньшую способность свѣторазсыанiя. Такимъ образомъ Доллондъ построилъ объективъ, разрѣзь котораго показанъ на рис. 10. Первая линза—выпуклая изъ кронгласа—



Рис. 10. Поперечный разрѣзь объектива телескопа.

обычнаго вида. Съ нею соединена вогнутая линза изъ флинтгласа. Эти двѣ линзы, имѣя обратныя кривизны, дѣйствуютъ на свѣтъ противоположнымъ образомъ. Кронгласъ стремится собрать свѣтъ въ фокусъ, тогда какъ флинтъ (вогнутый) заставляеть лучи расходиться. Если взять одинъ флинтъ, то окажется, что проходящiе сквозь него лучи вмѣсто того, чтобы собраться въ нѣкоторомъ фокусѣ, отходятъ другъ отъ друга все дальше и дальше въ разныхъ направленихъ. Но флинтгласовая линза берется такая, что

ея дѣйствіе только немного сильнѣе, чѣмъ половина дѣйствія кронгласовой. Этой половинной силы достаточно для уничтоженія дисперсіи кронгласа, преломляющую же способность флинтгласъ уменьшаетъ только немного больше, чѣмъ на половину. Въ конечномъ результатѣ получается, что всѣ лучи, проходящіе чрезъ эту комбинацію, собираются почти въ одинъ фокусъ, который приблизительно въ два раза дальше отъ линзъ, чѣмъ фокусъ одного кронгласа.

Я говорю: собираются *приблизительно* въ одинъ фокусъ. Къ несчастью, дѣло обстоитъ такъ, что общее дѣйствіе этихъ двухъ стеколъ никоимъ образомъ не можетъ соединить всѣ лучи различныхъ цвѣтовъ абсолютно въ одномъ и томъ же фокусѣ. Расхожденіе для болѣе яркихъ лучей можно, однако, сдѣлать очень небольшимъ, но совершенно уничтожить его нельзя. Чѣмъ больше телескопъ, тѣмъ больше значенія имѣетъ этотъ недостатокъ. Если вы посмотрите на яркую звѣзду въ большой рефракторъ, то вы увидите, что она окружена голубымъ или пурпуровымъ сіяніемъ. Оно происходитъ отъ того голубого или фіолетоваго цвѣта, котораго двѣ линзы не собрали въ фокусѣ.

### Изображеніе далекаго предмета.

При помощи объектива, собирающаго такимъ образомъ лучи въ фокусѣ, въ фокальной плоскости получается изображеніе далекаго предмета. Фокальной плоскостью называется плоскость, проходящая черезъ фокусъ подъ прямымъ угломъ къ оси или линіи зрѣнія телескопа. Что разумѣется подъ изображеніемъ, которое даетъ телескопъ, можно видѣть на матовомъ стеклѣ фотографической камеры, установленной для снимка. Вы видите лицо или далекій ландшафтъ какъ бы нарисованнымъ на матовомъ стеклѣ. Камера во всѣхъ отношеніяхъ представляетъ маленькій телескопъ, а матовое стекло или мѣсто, гдѣ нужно помѣстить свѣточувствительную пластинку для снимка, есть фокальная плоскость. Мы можемъ представить дѣло въ обратномъ видѣ и сказать, что телескопъ есть большая длиннофокусная камера, съ помощью которой мы можемъ снимать фотографіи съ неба, какъ фотографъ дѣлаетъ со своей камерой обыкновенные снимки.

Иногда мы можемъ лучше понять предметъ, уяснивъ себя, чѣмъ онъ не можетъ быть. Въ знаменитой уткѣ о лунѣ, нущенной полстолѣтія тому назадъ или больше, имѣется фактъ, иллюстрирующій, чѣмъ не можетъ быть изображеніе. Д. Гершель (J. Herschel) и его другъ, рассказываетъ авторъ утки, нашли, что при употребленіи огромной силы увеличенія не было достаточно свѣта для того, чтобы увидѣть изображеніе и потому этотъ другъ предложилъ освѣтить изображеніе искусственнымъ свѣтомъ. Это было сдѣлано съ такимъ блестящимъ успѣхомъ, что въ телескопъ можно было увидѣть звѣрей на лунѣ.

Еслибы это не обмануло многихъ, даже людей образованныхъ и умныхъ, я едва ли бы счелъ нужнымъ говорить, что изображеніе предмета, образуемое телескопомъ, таково, что по самой природѣ вещей никакимъ постороннимъ свѣтомъ ему не поможешь. Суть дѣла здѣсь не въ томъ, что это изображеніе есть дѣйствительное, а въ томъ, что оно образовано изъ всѣхъ дошедшихъ до объектива лучей отъ далекаго предмета; всѣ лучи изъ какой-нибудь точки предмета собираются въ соотвѣтственной точкѣ изображенія; отсюда они снова расходятся, какъ еслибы въ фокальной плоскости былъ помѣщенъ рисунокъ предмета. Пожалуй, было бы лучше къ этому воспроизведенію предмета приложить терминъ «рисунокъ» вмѣсто «изображенія», но только рисунокъ этотъ образованъ свѣтомъ и ничѣмъ больше.

Если изображеніе или рисунокъ образованъ такъ, что находится передъ нашими глазами, то можно спросить, къ чему намъ нуженъ окуляръ, чтобы видѣть его? почему наблюдатель не можетъ стать позади рисунка, глядѣть на объективъ и видѣть рисунокъ какъ бы висящимъ въ воздухѣ? Онъ и въ самомъ дѣлѣ можетъ сдѣлать такъ, помѣстивъ въ фокальной плоскости матовое стекло, какъ фотографъ въ своей камерѣ. Онъ можетъ такимъ образомъ увидѣть образованное на стеклѣ изображеніе. Глядя въ сторону объектива, онъ можетъ видѣть его безъ всякаго окуляра. Но въ такомъ случаѣ онъ можетъ видѣть сразу только весьма небольшую часть его и выгода непосредственнаго разсмотрѣнія предмета будетъ ничтожна. Разглядѣть его хорошо можно только при помощи окуляра. Окуляръ есть не что

иное, какъ небольшое стеклышко у глаза, въ сущности того же рода, какимъ пользуются часовщики для разсматриванія часовъ. Чѣмъ меньше окуляръ, тѣмъ мельче подробности, которыя можно видѣть, и тѣмъ больше сила увеличенія.

### Сила и недостатки телескопа.

Часто приходится слышать вопросъ, какъ велико увеличеніе того или другого знаменитаго телескопа. Отвѣтъ долженъ быть тотъ, что сила увеличенія зависитъ не только отъ объектива, но и отъ окуляра. Чѣмъ меньше послѣдній, тѣмъ больше увеличеніе. Астрономическіе телескопы снабжаются цѣлымъ наборомъ окуляровъ отъ самыхъ слабыхъ до крупнѣйшихъ, соотвѣтственно нуждамъ наблюдателя.

Поскольку дѣло касается геометрической стороны, мы можемъ получить любое увеличеніе со всякимъ телескопомъ, даже и съ самымъ маленькимъ. Разсматривая изображеніе обыкновеннымъ микроскопомъ, какимъ пользуются доктора, мы можемъ маленькимъ десятисантиметровымъ телескопомъ получить увеличеніе большихъ рефлекторовъ Гершеля. Но для усиленія увеличенія какого-нибудь инструмента выше извѣстнаго предѣла на практикѣ возникаетъ много затрудненій. Первымъ изъ нихъ является недостатокъ свѣта для разсматриванія поверхности объекта. Если мы посмотримъ на Сатурнъ въ десятисантиметровый телескопъ при увеличеніи въ нѣсколько сотъ разъ, то планета будетъ казаться мутной, неясной. Это однако не единственное затрудненіе при употребленіи большихъ увеличеній съ маленькимъ телескопомъ. Вслѣдствіе того, что свѣтъ имѣетъ опредѣленную длину волны, усиленіе увеличенія вообще не будетъ выгодно, если оно будетъ больше двадцати или въ крайнемъ случаѣ сорока разъ на каждый сантиметръ отверстия. Иначе сказать, при десятисантиметровомъ телескопѣ не получится большой выгоды при употребленіи увеличеній выше двухсотъ и, конечно, никакой выгоды при увеличеніи выше четырехсотъ.

Но большой телескопъ имѣетъ также свои недостатки, происходящіе съ того, что невозможно собрать весь свѣтъ абсолютно въ одномъ и томъ же фокусѣ. Существуетъ предѣлъ увеличенія, какое вообще можно употреблять; доволь-

но трудно опредѣлить его точно, но наблюдатель безъ труда замѣчаетъ это, когда глядитъ въ инструментъ и видитъ уже упомянутый голубой ореоль.

Есть, однако, и еще одно затрудненіе, которое мѣшаетъ астроному больше, чѣмъ всѣ остальные, но которое публика понимаетъ рѣдко.

Мы наблюдаемъ небесныя тѣла сквозь толщу атмосферы; еслибы всю атмосферу можно было сжать до той плотности, которую она имѣетъ непосредственно возлѣ насъ, то эта толща достигала бы приблизительно десяти километровъ. Но если глядѣть на предметъ въ десяти километрахъ отъ насъ, то его контуры, какъ извѣстно, кажутся нерѣзкими, размытыми. Это происходитъ главнымъ образомъ отъ того, что атмосфера, сквозь которую должны пройти лучи, находится въ постоянномъ движеніи и такимъ образомъ производитъ неправильное преломленіе, вслѣдствіе чего предметъ кажется волнующимся и дрожащимъ. Получающееся такимъ образомъ размываніе изображеній увеличивается телескопомъ во столько же разъ, во сколько увеличивается и самъ предметъ. Въ результатѣ получается, что съ возрастаніемъ увеличенія возрастаетъ въ томъ же отношеніи и неясность. Степень этой неясности находится въ тѣсной зависимости отъ состоянія воздуха. Въ виду этого астрономъ стремится производить свои наблюденія въ условіяхъ совершенно чистаго воздуха или, вѣрнѣе, очень спокойнаго воздуха,—сквозь него небесныя тѣла будутъ видны рѣзкими.

Часто приходится встрѣчать вычисленія того, насколько можно приблизить къ намъ луну, пользуясь большимъ увеличеніемъ. Напримѣръ, при увеличеніи въ тысячу разъ мы видимъ ее какъ бы на разстояніи четырехсотъ километровъ, при увеличеніи въ пять тысячъ разъ какъ бы на разстояніи восьмидесяти пяти километровъ. Это вычисленіе совершенно правильно въ отношеніи къ видимымъ размѣрамъ какого-нибудь предмета на лунѣ, но оно не принимаетъ въ расчетъ ни недостатковъ телескопа, ни дурнаго вліянія атмосферы. Въ результатѣ этихъ двухъ недостатковъ получается, что такія вычисленія не даютъ правильнаго представленія объ истинѣ. Я сомнѣваюсь въ томъ, чтобы какой-нибудь астрономъ съ какимъ бы то ни было изъ существующихъ нынѣ

телескоповъ могъ найти полезнымъ при изученіи такого предмета, какъ луна или планета, доводить увеличеніе за тысячу, развѣ только въ исключительно рѣдкихъ случаяхъ необычайно спокойнаго состоянія атмосферы.

### Установка телескопа.

Люди, никогда не пользовавшіеся телескопомъ, могутъ, пожалуй, подумать, что работа наблюдателя состоитъ просто въ томъ, чтобы навести телескопъ на небесное тѣло и затѣмъ разсматривать послѣднее <sup>1)</sup>. Но попробуйте навести большой телескопъ на звѣзду. Нашимъ глазамъ тотчасъ же представится явленіе, о которомъ мы, пожалуй, и не подумали. Звѣзда вмѣсто того, чтобы оставаться въ полѣ зрѣнія <sup>2)</sup> телескопа, вслѣдствіе суточного движенія весьма быстро выходитъ изъ него. Это происходитъ потому, что въ силу вращенія земли около ея оси звѣзды видимо движутся въ обратномъ направленіи. При наблюденіи въ телескопъ движеніе это усиливается во столько разъ, во сколько увеличиваетъ телескопъ. При большомъ увеличеніи звѣзда уходитъ изъ поля раньше даже, чѣмъ мы успѣемъ ее разсмотрѣть.

Затѣмъ слѣдуетъ также помнить, что поле зрѣнія измѣняется такимъ же образомъ, такъ что оно будетъ тѣмъ меньше въ сравненіи съ видимой своей величиной, чѣмъ больше увеличеніе. Напримѣръ, при увеличеніи въ тысячу разъ поле зрѣнія обыкновеннаго телескопа будетъ имѣть поперечникъ около двухъ минутъ въ угловой мѣрѣ,—такая малая часть неба простому глазу покажется не больше точки. Это все равно, какъ еслибы мы стали смотрѣть на звѣзду черезъ дыру въ 3 миллиметра шириною въ крышѣ дома вышиной

<sup>1)</sup> Авторъ припоминаетъ, что, когда Дж. Ликъ (James Lick) основывалъ обсерваторію, столь прославившуюся впоследствии, единственной вещью, которая, по видимому, интересовала Лика, былъ большой телескопъ, и по его плану почти всѣ деньги должны были пойти на построеніе самаго большого объектива, какой только возможно. Онъ не понималъ, почему необходимы сложные инструменты, какими пользуются астрономы, и ему пришлось разъяснить трудность задачи наблюдать небесныя тѣла въ телескопъ. *Авторъ.*

<sup>2)</sup> Этимъ терминомъ означается та небольшая часть неба, которая видна сразу въ телескопъ. *Авторъ.*

въ шесть метровъ. Стоитъ вообразить себѣ, что мы смотримъ черезъ такую дыру и пытаемся увидѣть звѣзду, и мы легко поймемъ, какъ трудна задача найти ее и слѣдить за ней въ ея движеніи.

Эго затрудненіе устраняется соотвѣтственной установкой (*монтажкою*) телескопа, при которой онъ можетъ поворачиваться около двухъ осей, расположенныхъ подъ прямымъ угломъ одна къ другой. Подъ монтажкой разумѣютъ всѣ механическія приспособленія, при помощи которыхъ телескопъ можно направлять на звѣзду и заставлять слѣдовать за ней въ ея суточномъ движеніи. Для того, чтобы не утомлять вниманія читателя изученіемъ инструмента во всѣхъ его деталяхъ, мы сначала дадимъ схематическій очеркъ,—онъ покажетъ намъ расположеніе осей, на которыхъ телескопъ вращается. Главная ось, называемая полярной осью, устанавливается параллельно земной оси и, слѣдовательно, указываетъ на небесный полюсъ (рис. II). При вращеніи земли съ запада на востокъ часовой механизмъ, связанный съ этой осью, двигаетъ инструментъ равномернымъ движеніемъ съ востока на западъ. Вслѣдствіе этого вращеніе земли, такъ сказать, уничтожается соотвѣтственнымъ вращеніемъ телескопа въ обратную сторону. Разъ инструментъ направленъ на звѣзду и часовой механизмъ пущенъ въ ходъ, найденная звѣзда будетъ оставаться въ полѣ зрѣнія постоянно.

Для того, чтобы телескопъ можно было направить на любую точку неба по желанію, должна быть другая ось подъ прямымъ угломъ къ полярной. Эта ось называется осью склоненій. Она проходитъ черезъ трубку, прикрѣпленную къ верхнему концу полярной оси такъ, что образуетъ съ полярной осью соединеніе вродѣ буквы Т. Вращеніемъ телескопа около этихъ двухъ осей его можно направить на любую избранную точку.

Благодаря тому, что полярная ось параллельна оси земли, ея наклонъ къ горизонту равняется широтѣ мѣста. Въ южной части Россіи она будетъ ближе къ горизонту, чѣмъ къ отвѣсу. Въ обсерваторіяхъ же сѣверной Европы она ближе къ отвѣсу.

Легко видѣть, что описанное выше приспособленіе не разрѣшаетъ задачи приведенія звѣзды въ поле зрѣнія телескопа или, какъ мы обыкновенно говоримъ, ея нахождения.

Мы можемъ ходить вокругъ ощунью минутами и даже часами и не найти звѣзды. Есть два способа, при помощи которыхъ можно быстро находить звѣзды.

Каждый телескопъ для астрономическихъ цѣлей снабжается меньшимъ телескопомъ, прикрѣпленнымъ у нижняго конца его трубы параллельно ей и называемымъ *искателемъ*. Этотъ искатель имѣетъ слабое увеличеніе и, значить, большое поле зрѣнія. Глядя вдоль по немъ, наблюдатель, разъ онъ можетъ видѣть звѣзду, можетъ направить искатель такъ, что

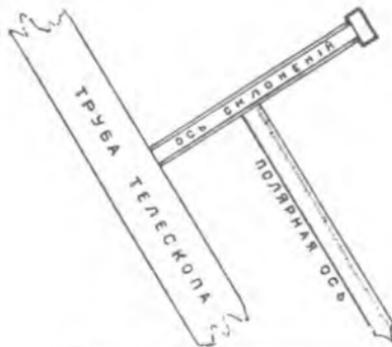


Рис. 11. Оси телескопа.

звѣзда попадетъ въ его поле зрѣнія. Найдя ее здѣсь, онъ двигаетъ телескопъ такимъ образомъ, чтобы объектъ былъ какъ разъ въ центрѣ поля искателя. Разъ это сдѣлано, онъ будетъ находиться въ полѣ зрѣнія и главнаго телескопа.

Но большинство объектовъ, которые долженъ наблюдать астрономъ, совершенно невидимы простымъ глазомъ. Онъ долженъ поэтому имѣть способъ, при помощи котораго телескопъ можно было бы направлять на звѣзду, безъ всякихъ стараній съ его стороны сначала увидѣть ее. Это достигается посредствомъ раздѣленныхъ круговъ, прикрѣпленныхъ къ каждой оси. Одинъ изъ этихъ круговъ размѣченъ на градусы и доли градусовъ и показываетъ склоненіе той точки неба, въ которую направленъ телескопъ. Другой, прикрѣпленный къ полярной оси и называемый часовымъ кругомъ, раздѣляется на двадцать четыре часа, а каждый изъ нихъ на шестьдесятъ минутъ. Когда астрономъ хочетъ найти звѣзду, онъ просто смотритъ на звѣздные часы, вычитаетъ прямое восхожденіе звѣзды изъ звѣзднаго времени

и такимъ образомъ получаетъ для даннаго момента ея «часовой уголь» или ея разстояніе (угловое) къ востоку или западу отъ меридіана. Онъ устанавливаетъ кругъ склоненій соотвѣтственно склоненію звѣзды, т. е. поворачиваетъ телескопъ, пока отсчетъ круга, видимый черезъ особый микроскопъ, не будетъ равенъ склоненію звѣзды; затѣмъ онъ вращаетъ инструментъ около полярной оси, пока на часовомъ кругѣ не появится отсчетъ, равный часовому углу звѣзды. Тогда ему стоитъ только, пустивъ въ ходъ часовой механизмъ, взглянуть въ трубу: его объектъ здѣсь.

Если все это покажется читателю сложной операцией, то ему нужно только посѣтить обсерваторію и посмотреть, какъ просто все это дѣлается. Такимъ образомъ онъ въ нѣсколько минутъ получитъ на самомъ дѣлѣ представленіе о звѣздномъ времени, часовомъ углѣ, склоненіи и пр., что уяснить ему всѣ эти вещи гораздо лучше, чѣмъ простое описаніе.

### Сооруженіе телескоповъ.

Теперь мы вернемся къ нѣсколькимъ интереснымъ фактамъ, по преимуществу историческимъ, относительно сооруженія телескоповъ. Большую трудность, требующую спеціальнаго природнаго дарованія изъ самыхъ рѣдкихъ, представляетъ, какъ мы уже указывали, сооруженіе объектива. Малѣйшее уклоненіе отъ надлежащей формы—достаточно, напимѣръ, чтобы объективъ въ какой-нибудь своей части былъ слишкомъ тонокъ на одну четырехтысячную долю миллиметра—уже портитъ изображенія.

Искусство оптика, дающаго стекламъ окончательный видъ, т. е. полирующаго ихъ въ надлежащую форму, еще не все, что нужно. Полученіе большихъ стеклянныхъ дисковъ надлежащей однородности и чистоты оказывается на практикѣ задачей такой же трудности. Всякое отклоненіе отъ совершенной однородности въ стеклѣ будетъ такъ же вредно для работы, какъ и недостатки формы<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Люди, незнакомые съ трудностью этой задачи, часто предлагали построить телескопъ большихъ размѣровъ изъ отдѣльныхъ кусковъ стекла, каждый соотвѣтственной формы—такой, чтобы вмѣстѣ образовать линзу. Сколь остроумной ни кажется эта мысль, на дѣлѣ она совершенно неосуществима по той простой причинѣ, что невозможно сдѣлать два куска стекла совершенно одинаковой преломляющей силы. *Авторъ.*

Сто лѣтъ тому назадъ представляло особенную трудность полученіе флинтгласа необходимой однородности. Это вещество содержитъ значительное количество свинца, который во время процесса плавки стекла падалъ на дно тигля и такимъ образомъ тѣмъ частямъ, которыя находились у его дна, давалъ большую преломляющую силу, чѣмъ верхнимъ. Въ результатъ телескопъ съ отверстіемъ въ четыре или пять дюймовъ (10—12 см.) въ то время считался огромнымъ. Въ самомъ началѣ прошлаго вѣка швейцарецъ Гинанъ (Guinand) нашелъ способъ, при помощи котораго можно было дѣлать большіе диски флинтгласа. Онъ увѣрялъ, что обладаетъ особымъ секретомъ для этого, но есть основанія думать, что его секретъ состоялъ просто въ сильномъ и постоянномъ перемѣшиваніи жидкаго стекла во все время его плавки. Какъ бы то ни было, однако, онъ сумѣлъ дѣлать диски все большіе и большіе размѣровъ.

Для того чтобы использовать эти диски, нуженъ былъ также талантливый оптикъ, который бы могъ вышлифовать и заполировать ихъ въ надлежащую форму. Такой художникъ нашелся въ лицѣ Фраунгофера (Fraunhofer) въ Мюнхенѣ, который около 1820 г. соорудилъ телескопъ уже отверстіемъ въ 25 см. (10 дюймовъ). Но онъ на этомъ не остановился и около 1840 г. ему удалось построить два объектива, каждый около 38 см. (15 д.) въ діаметрѣ. Эти объективы, далеко превосходившіе всѣ сдѣланные раньше, въ свое время считались диковинами. Одинъ изъ этихъ инструментовъ былъ приобрѣтенъ Пулковской обсерваторіей, другой Гарвардской обсерваторіей, въ Кембриджѣ (Америка). Оба они и теперь еще, черезъ полвѣка слишкомъ, находятся въ постоянной работѣ.

### Альванъ Кларкъ.

Послѣ смерти Фраунгофера оставалось подъ сомнѣніемъ, не умерло ли вмѣстѣ съ нимъ его искусство, или оно перешло къ какому-нибудь преемнику. Послѣдній нашелся тамъ, гдѣ никому не вздумалось бы его искать,—въ лицѣ скромнаго портретиста въ Кэмбриджпортѣ (Америка), по имени Альвана Кларка (Alvan Clark). То обстоятельство, что этотъ человѣкъ, едва обладавшій зачатками технического об-

разованія, безо всякой сноровки въ употребленіи оптическихъ инструментовъ, могъ совершить то, что онъ сдѣлалъ, поразительнымъ образомъ показываетъ, какую важную роль играетъ въ этомъ дѣлѣ талантъ. Онъ, повидимому, имѣлъ врожденное пониманіе сущности этой задачи и въ то же время необычайную проницательность въ ея рѣшеніи. Движимый тѣмъ неудержимымъ влеченіемъ, которое отмѣчаетъ генія, онъ купилъ въ Европѣ необдѣланные диски оптического стекла для маленькихъ телескоповъ. Послѣ того, какъ ему удалось построить удовлетворявшій его телескопъ съ отверстіемъ въ четыре дюйма (10 см.), ему представилась нелегкая задача познакомить астрономовъ съ своимъ искусствомъ. Я долженъ съ сожалѣніемъ сказать, что эта часть задачи оказалась чрезвычайно трудной. Директоръ Гарвардской обсерваторіи не хотѣлъ вѣрить, чтобы Кларкъ могъ соорудить дѣйствительно хорошій телескопъ. Когда оптикъ доставилъ ему свой первый инструментъ для пробы, этотъ астрономъ обратилъ его вниманіе на то, что телескопъ показывалъ у звѣздъ небольшіе хвостики, которыхъ въ дѣйствительности у звѣздъ, конечно, не бываетъ и которые нужно было приписать какому-нибудь серьезному дефекту въ формѣ стекла. Кларкъ видѣлъ это, но онъ твердо зналъ, что раньше этого не было. Въ ту минуту онъ не могъ подыскать объясненія этому явленію, но впослѣдствіи онъ нашелъ, что оно происходило отъ неравномѣрности температуры воздуха въ трубѣ телескопа, когда онъ былъ выставленъ ночью подъ открытое небо.

Не будучи въ состояніи найти вѣрную оцѣнку на родинѣ, онъ рѣшилъ попытать счастья за моремъ. Онъ построилъ большой инструментъ, сталъ внимательно разсматривать въ него небо и открылъ нѣсколько тѣсныхъ и трудныхъ (для наблюденія) двойныхъ звѣздъ. Онъ сдѣлалъ описаніе этихъ объектовъ и послалъ его Доузу (Dawes), английскому астроному-любителю, занимавшемуся специально этимъ отдѣломъ науки. Доузъ былъ очень любезный человекъ. Онъ посмотрѣлъ на тѣ предметы, которые описывалъ Кларкъ, и нашелъ, что разсмотрѣть ихъ очень трудно. Однако, описанія были точны и ему стало очевиднымъ, что инструментъ у Кларка долженъ быть превосходный. Онъ написалъ ему

просьбу посмотрѣть еще на нѣкоторые объекты и описать ихъ. Получивъ это описаніе, онъ нашелъ точнымъ и его. Никакихъ сомнѣній оставаться не могло. Въ результатѣ между ними возникла дальнѣйшая переписка, Доузъ купилъ самый большой и лучшій инструментъ, какой могъ сдѣлать тогда Кларкъ, и между ними возникла дружба, продолжавшаяся до самой смерти Доуза.

Теперь Кларкъ былъ признанъ и въ своей родной странѣ, и онъ задался честолюбивой цѣлью построить самый большой рефракторъ, какой когда-либо существовалъ. Это былъ 45-сантиметровый (18 д.) рефракторъ, исполненный около 1860 г. для Миссиссиппскаго университета. При испытаніи его въ мастерской Дж. Кларкъ, его сынъ, сдѣлалъ чрезвычайно интересное открытіе. Это былъ спутникъ Сириуса, о существованіи котораго было извѣстно по притяженію имъ Сириуса, но котораго человѣческой глазъ раньше никогда не видалъ. Начало междуусобной американской войны помѣшало Миссиссиппскому университету принять этотъ телескопъ и онъ былъ приобрѣтенъ гражданами города Чикаго. Теперь онъ находится въ Сѣверо-западномъ университетѣ въ Иванстонѣ (Иллинойсъ, Америка).

Изготовленіе стеклянныхъ дисковъ все большихъ и большихъ размѣровъ продолжалось на большомъ стеклянномъ заводѣ гг. Чэнсъ и Комп. (Chance & Co.) въ Англии. Но они нашли это дѣло черезчуръ тонкимъ и хлопотливымъ и часть его ушла въ руки Фейля (Feil), въ Парижѣ, зятя Гинана. Изъ стеколъ, которыя поставляли эти двѣ фирмы, Кларкъ дѣлалъ все большіе и большіе телескопы. Первымъ былъ 65-сантиметровый (26 д.) телескопъ для Морской обсерваторіи въ Вашингтонѣ и другой такой же для Виргинскаго университета. Затѣмъ послѣдовалъ еще большій инструментъ, 75 см. (30 д.) въ діаметрѣ, для Пулковской обсерваторіи въ Россіи. Затѣмъ былъ сдѣланъ 90-сантиметровый (36 д.) инструментъ для Ликской обсерваторіи, успѣвшій уже такъ блестяще поработать.

По смерти Фейля дѣло было взято Мантуа (Mantois), который сталъ дѣлать оптическія стекла такой чистоты и однородности, какихъ до него никто не достигалъ. Онъ приготовилъ диски, изъ которыхъ Кларки отшлифовали объек-

тивъ для Йеркской обсерваторіи Чикагскаго университета. Этотъ объективъ имѣетъ около 100 см. (40 д.) въ диаметръ и является самымъ большимъ рефракторомъ, какой только



Рис. 12. Большой телескопъ Йеркской обсерваторіи.

находится въ настоящее время въ работѣ для астрономическихъ цѣлей.

Нѣкоторые читатели, безъ сомнѣнія, интересовались большимъ телескопомъ Парижской выставки 1900 г., который еще больше Чикагскаго—онъ имѣетъ отверстіе въ 118 см. (47 д.). Размѣры этого инструмента такъ громадны, что его нельзя было установить и направлять на небо обычнымъ способомъ.

Онъ укрѣпленъ поэтому въ горизонтальномъ положеніи съ сѣвера на югъ, а лучи отъ предметовъ, которые желаютъ наблюдать, направляются въ него отраженіемъ отъ огромнаго плоскаго зеркала. Вопросъ о томъ, удачно ли вышло это устройство при такомъ большомъ инструментѣ, не былъ рѣшенъ съ астрономической точностью. При помощи этого инструмента еще ничего не было сдѣлано и можно опасаться, что онъ имѣетъ такіе недостатки, при которыхъ онъ врядъ ли годится на что-нибудь кромѣ забавы.

Механическая задача установки большого телескопа совсѣмъ не проста. Въ ней Кларкъ имѣлъ меньше успѣха, чѣмъ въ обработкѣ объективовъ. Для болѣе новыхъ большихъ инструментовъ установка (монтажъ) часто дѣлалась другими. Монтажъ Пулковскаго телескопа былъ сдѣланъ Репсолдами (Repsold) въ Гамбургѣ, самыми извѣстными въ Европѣ конструкторами тонкихъ астрономическихъ инструментовъ. Лискскій и Чикагскій инструменты были смонтированы Ворнеромъ и Свэзи (Warner & Swasey) въ Кливлендѣ (Огайо, Америка), пріобрѣтшими самую лестную репутацію въ этой спеціальности. Устроенныя ими приспособленія для Чикагскаго инструмента превосходятъ все, что только когда-нибудь было придумано. Наблюдателю нужно только нажимать кнопки—и электричество дѣлаетъ всю работу для направленія и движенія телескопа.

## Рефлекторъ.

Хотя чаще всего въ употребленіи встрѣчается именно рефракторъ (преломляющій телескопъ), однако, существуетъ и другой видъ телескоповъ, по конструкціи существенно отличный отъ рефрактора. Его главная особенность состоитъ въ томъ, что задачу объектива въ немъ выполняетъ слегка вогнутое зеркало. Что такое зеркало отражаетъ всѣ лучи, падающіе на него параллельно, въ одинъ фокусъ, безъ сомнѣнія, хорошо извѣстно читателю. Фокусъ его находится приблизительно по срединѣ между самимъ зеркаломъ и центромъ его кривизны.

Громаднымъ преимуществомъ этой формы инструмента является то, что онъ свободенъ отъ «вторичной абераціи», которая, какъ мы уже говорили, неизбѣжна въ рефракторѣ. Другое ея преимущество то, что здѣсь возможны гораздо большіе размѣры. Крайній достигнутый до настоящаго времени предѣлъ въ рефракторахъ, какъ мы уже указывали, составляетъ 118 см., крайній же предѣлъ въ дѣйствительномъ употребленіи для астрономическихъ цѣлей представляетъ объективъ 100 см. Йеркскаго телескопа. Но уже болѣе полувѣка тому назадъ лордъ Россъ (Ross) построилъ свой большой 180-сантиметровый (6 фут.) рефлекторъ. Если судить только по размѣрамъ, то этотъ инструментъ долженъ былъ бы давать свѣта въ нѣсколько разъ больше и, значитъ, показывать гораздо болѣе слабыя звѣзды, чѣмъ какой бы то ни былъ рефракторъ, сдѣланный съ тѣхъ поръ. Однако, по нѣкоторымъ причинамъ его достоинство—какъ и вообще всѣхъ рефлекторовъ—не соотвѣтствуетъ его размѣрамъ.

Употребленіе рефлекторовъ на практикѣ представляетъ

нѣскольکو затрудненій. Первое и самое понятное изъ нихъ— это то, что лучи отражаются назадъ въ ту же сторону, откуда они приходятъ. Чтобы видѣть изображеніе, наблюдатель долженъ, такъ сказать, заглянуть въ зеркало. Если онъ сдѣлаетъ это непосредственно, его голова и плечи отнимутъ свѣтъ, падающій на зеркало, по меньшей мѣрѣ до середины послѣдняго. Поэтому необходимо какое-нибудь приспособленіе, чтобы отвести лучи свѣта, идущіе отъ зеркала, въ сторону. Для этого употребляютъ обыкновенно одинъ изъ двухъ способовъ. Въ одномъ изъ нихъ (рефлекторъ Кассегрена, Cassegrain) между фокусомъ и главнымъ зеркаломъ помѣщается меньшее, слегка выпуклое зеркало. Въ срединѣ главного зеркала дѣлается отверстіе, въ которое и проходятъ лучи послѣ отраженія въ маленькомъ зеркалѣ. Кривизны и положенія этихъ двухъ зеркалъ подбираются такъ, чтобы изображеніе далекаго предмета получалось какъ разъ въ этомъ отверстіи. Единственнымъ телескопомъ этого рода въ работѣ является теперь большой рефлекторъ въ Мельбурнѣ (Австралія) въ 120 см. діаметромъ, построенный Гривбомъ (Grubb) въ Дублинѣ.

Чаще пользуются приспособленіемъ, предложеннымъ Ньютономъ. Оно состоитъ изъ діагональнаго отражателя, которымъ можетъ быть просто стеклянная призма, помѣщенная сейчасъ за фокусомъ. Ея отражающая поверхность образуетъ съ осью инструмента уголъ въ сорокъ пять градусовъ и такимъ образомъ отражаетъ лучи въ сторону въ стѣнкѣ трубы. Здѣсь изображеніе наблюдается обыкновеннымъ окуляромъ. Такіе инструменты называются Ньютоновскими рефлекторами (рис. 13).

Замѣчательно, что, несмотря на громадное усовершенствованіе механическихъ процессовъ при сооруженіи и монтировкѣ рефлекторовъ, до сихъ поръ не было сдѣлано ни одной попытки даже подойти къ размѣрамъ большого телескопа лорда Росса. Самыя большія зеркала, успѣшно выполненныя и успѣшно работавшія, имѣли около 120 см. (4 фут.) въ діаметрѣ. Около пятидесяти лѣтъ тому назадъ зеркало такихъ размѣровъ построилъ Ласселль (Lassell), который и открылъ съ его помощью два новыхъ спутника Урана. Позже зеркало такихъ же размѣровъ построилъ Коммонъ (Common).

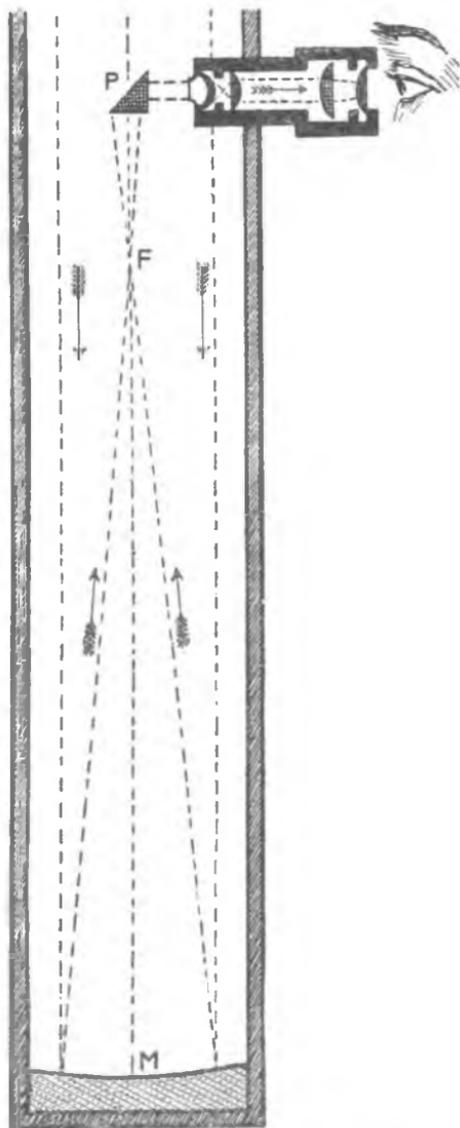


Рис. 13. Ньютоновъ отражательный телескопъ въ разрьзѣ.

Оно употреблялось для фотографированія туманностей и другихъ слабыхъ объектовъ, для чего этотъ родъ телескоповъ, повидимому, особенно пригоденъ.

Большимъ затрудненіемъ при употребленіи большого зеркала является его прогибаніе подъ дѣйствіемъ собственной тяжести. Если діаметръ превосходитъ 120 см., то возможности совершенно избѣгнуть этой трудности, повидимому, нѣтъ. Въ настоящее время, однако, на Йеркской обсерваторіи Ричи (Ritchey) строятъ зеркало съ діаметромъ въ 150 см., въ которомъ, какъ надѣются, всѣ эти трудности будутъ устранены.

Въ инструментахъ лорда Росса и Ласселя зеркала были сдѣланы изъ сплава, извѣстнаго подъ именемъ зеркальнаго металла. Въ послѣднее время, однако, употребленіе зеркальнаго металла было замѣнено инымъ способомъ. Вогнутое зеркало дѣлается изъ большаго стекляннаго диска, который шлифуется и полируется приблизительно въ сферическую форму или, говоря точнѣе, въ параболическую форму, потому что необходима послѣдняя, чтобы лучи собирались въ одинъ фокусъ. Затѣмъ на поверхности стекла осаждается тонкій слой серебра, которое прекрасно полируется и отражаетъ больше свѣта, чѣмъ полированный металлъ.

### III

## Фотографическій телескопъ.

Однимъ изъ величайшихъ успѣховъ практической астрономіи было введеніе фотографированія небесныхъ свѣтилъ. Способъ этотъ такъ простъ, что медленность его распространенія можетъ показаться странной. Еще въ началѣ сороковыхъ годовъ прошлаго вѣка извѣстному химикъ профессору Дрэперу (Draper) въ Нью-Йоркѣ удалось получить дагерротипное <sup>1)</sup> изображеніе луны. Когда было изобрѣтенъ нашъ современный способъ фотографированія на стеклянныхъ негативахъ, профессоръ Бондъ (Bond) на Гарвардской обсерваторіи и Рэзерфордъ (Rutherford), выдающійся астрономъ въ Нью-Йоркѣ, начали примѣнять это искусство къ лунѣ и звѣздамъ. Рэзерфордъ довель свою работу до такого совершенства, что его фотографіи Плеядъ и другихъ звѣздныхъ скопленій еще и теперь имѣютъ большую цѣнность въ астрономіи.

Фотографическій снимокъ звѣздъ можетъ быть полученъ при помощи обыкновенной камеры, если только монтировать ее, какъ экваторіаль, такъ чтобы она могла слѣдовать за звѣздою въ ея суточномъ движеніи. Нѣсколькихъ минутъ будетъ достаточно, чтобы получить изображеніе большаго количества звѣздъ, чѣмъ можно увидѣть невооруженнымъ глазомъ, а съ большою камерой это не потребуетъ даже и одной минуты. Но обыкновенно астрономъ пользуется особеннымъ фотографическимъ телескопомъ. Для этой цѣли можетъ служить и обыкновенный телескопъ, но, чтобы получить возможно лучшіе результаты, объективъ такого телескопа долженъ быть отшлифованъ особеннымъ образомъ,

---

<sup>1)</sup> на металлической пластинкѣ.

такъ чтобы въ его фокусъ собирались именно тѣ лучи свѣта, къ которымъ фотографическая пластинка чувствительнѣ всего. Успѣхи немногихъ послѣднихъ лѣтъ въ этомъ отношеніи были такъ быстры, что, повидимому, большая часть астрономической работы въ будущемъ будетъ дѣлаться при помощи фотографіи. Большимъ преимуществомъ этого способа оказывается то, что разъ снимокъ какого-нибудь небснаго тѣла или звѣзды сдѣланъ, то его можно изучать и измѣрять на досугѣ со всей тщательностью, какую только астрономъ пожелаетъ приложить, тогда какъ дѣйствительное наблюдение неба почти всегда бываетъ болѣе или менѣе торопливымъ и затрудняется суточнымъ движеніемъ свода.

Раньше солнечныя пятна изучались такимъ образомъ, что наблюдатели разсматривали въ телескопъ солнце, замѣчали число пятенъ и опредѣляли ихъ положеніе на солнечномъ дискѣ. Теперь на Гриничской и другихъ обсерваторіяхъ каждый ясный день снимаютъ фотографіи солнца и положенія пятенъ опредѣляются промѣркой этихъ фотографій<sup>1)</sup>. И такимъ образомъ изученіе солнца и измѣненій, происходящихъ на немъ, ведется непрерывно изъ году въ годъ.

Прежде астрономъ изучалъ физическое строеніе кометы, зарисовывая ее. Этотъ способъ былъ мало достовѣренъ и, какъ общее правило, два разныхъ наблюдателя не сходились вполнѣ въ передачѣ мелкихъ деталей. Теперь комета фотографируется и изучается полученный негативъ. То же относится и къ туманностямъ. Ихъ больше уже не рисуютъ—только фотографируютъ и эти фотографіи даютъ гораздо больше любого рисунка.

---

<sup>1)</sup> Въ Россіи это дѣлается на обсерваторіи Новороссійскаго Университета въ Одессѣ.

## Спектроскопъ.

Спектроскопомъ называется инструментъ для разложенія (анализа) свѣта. Этотъ инструментъ гораздо новѣе, чѣмъ телескопъ, такъ какъ онъ былъ впервые примѣненъ для астрономическихъ наблюдений около 1864 г. Чтобы дать ясное представленіе объ его примѣненіи, мы должны сказать раньше нѣсколько словъ о теплѣ и свѣтѣ, излучаемыхъ небесными тѣлами.

Намъ извѣстно, что солнце, газовая горѣлка или всякое другое свѣтящееся тѣло даетъ намъ вмѣстѣ со свѣтомъ и тепло. Очень простое наблюденіе показываетъ, что лучи теплоты распространяются по прямой линіи, какъ и лучи свѣта, и что они могутъ проходить чрезъ прозрачныя тѣла, не нагрѣвая ихъ, совершенно одинаково со свѣтомъ. Если мы разведемъ большой огонь въ каминѣ совершенно холодной комнаты, мы будемъ чувствовать теплоту на лицѣ, хотя воздухъ можетъ оставаться холоднымъ. Очень поучительно въ этомъ отношеніи сдѣлать линзу изъ льда и воспользоваться ею, какъ зажигательнымъ стекломъ. Лучи солнца, прошедшіе сквозь ледъ, можно собрать въ такомъ количествѣ, что они будутъ обжигать руку, но ледъ линзы не будетъ таять.

Раньше думали, что тепло и свѣтъ двѣ различныя вещи; теперь извѣстно, что это не такъ. Всякое достаточно нагрѣтое тѣло испускаетъ и то и другое и ихъ оба можно обозначить общимъ именемъ *излученія*. Всякое излученіе, падая на какую-нибудь поверхность, производитъ тепло такъ же, какъ жаръ въ печи даетъ теплоту стѣнамъ комнаты. Но не всякое излученіе дѣйствуетъ на зрительный нервъ глаза такъ, чтобы производить ощущеніе свѣта и позволять намъ видѣть тѣла.

Теперь извѣстно, что излученіе есть нѣчто вродѣ волнъ въ средѣ эфира, заполняющаго все пространство вплоть до самыхъ далекихъ звѣздъ; эти волны чрезвычайно коротки. Чтобы составить себѣ понятіе о ихъ длинахъ, мы должны взять за мѣрку микронъ, который равняется одной тысячной долѣ миллиметра. Волны, дающія зрительному нерву впечатлѣніе свѣта, имѣютъ длины отъ четырехъ до семи десятыхъ микрона (40 000—80 000 волнъ на одинъ дюймъ). Рис. 14 изоб-



Рис. 14. Длина свѣтовой волны.

ражаетъ эти волны въ видѣ небольшой волнообразной линіи. Разстояніе между пунктирными линіями и есть длина волны. Излученіе, посылаемое солнцемъ

или всякимъ другимъ непрозрачнымъ тѣломъ, отличается тою особенностью, что оно состоитъ изъ волнъ не одной какой-нибудь опредѣленной длины, но изъ волнъ очень различной длины, смѣшанныхъ вмѣстѣ. Мы должны вообразить себѣ, что на ряду съ начерченнымъ на рисункѣ лучомъ имѣется еще безконечное количество другихъ, различныхъ длинъ волнъ. Въ этомъ отношеніи излученіе похоже на волны океана, имѣющія длины отъ нѣсколькихъ сотъ метровъ до немногихъ сантиметровъ и налагающіяся одна на другую.

Когда лучи проходятъ сквозь стеклянную призму, они отклоняются отъ своего пути. Волны различной длины отклоняются различно, но волны одинаковой длины отклоняются всегда одинаково. Это доказываетъ знакомый всякому опытъ полученія солнечнаго спектра при помощи трехгранной призмы. Устроивъ такъ, чтобы свѣтъ падалъ на экранъ, мы увидимъ красный цвѣтъ на краю (вверху или внизу, вообще въ зависимости отъ положенія призмы), рядомъ съ нимъ будетъ желтый, затѣмъ послѣдовательно зеленый, голубой и фиолетовый. Это расположеніе цвѣтовъ на экранѣ называется *спектромъ*. Окраска въ спектрѣ зависитъ отъ длины волны. Если длина волны имѣетъ болѣе семидесяти пяти сотыхъ (приблизительно) микрона (одной сорока четырехъ тысячной дюйма), то глазъ этого излученія не увидитъ и оно будетъ для насъ просто тепломъ. Отъ этой длины до шестидесяти пяти сотыхъ микрона оно будетъ казаться краснымъ цвѣтомъ, при немного меньшей длинѣ—оранжевымъ, затѣмъ

желтымъ и т. д. При длинѣ, меньшей сорока трехъ сотыхъ микрона, увидѣть его трудно. Но на фотографическую пластинку фиолетовый свѣтъ дѣйствуетъ еще сильнѣе, чѣмъ тотъ, который глазу кажется самымъ яркимъ. Легче всего фотографируются фиолетовый и голубой цвѣта, а съ приближеніемъ къ красному фотографическое дѣйствіе ослабѣваетъ.

Всѣ тѣла посылаютъ излученіе, но при обыкновенныхъ температурахъ длины волнъ этого излученія слишкомъ велики, чтобы глазъ могъ ихъ видѣть. Пока мы не нагрѣемъ тѣла до краснаго каленія, оно не даетъ волнъ достаточно короткихъ, чтобы производить впечатлѣніе свѣта. По мѣрѣ нагрѣванія оно испускаетъ все больше и больше волнъ большой длины, но также и волны все болѣе короткихъ длинъ. Такимъ образомъ, при нагрѣваніи куска желѣза онъ сначала раскаляется до-красна, а затѣмъ до-бѣла.

То обстоятельство, что различныя тѣла излучаютъ свѣтъ различныхъ длинъ волнъ, даетъ возможность дѣлать заключенія о составѣ раскаленного тѣла по тому свѣту, который оно излучаетъ. Если свѣтъ излучается тѣломъ твердымъ, то этотъ свѣтъ будетъ имѣть лучи всевозможныхъ длинъ волнъ; о такомъ тѣлѣ можно сказать немного. Но если это есть масса раскаленного газа, то она будетъ испускать только лучи определенной длины волны, въ зависимости отъ природы газа.

Самымъ легкимъ способомъ заставить газъ излучать характерный для него свѣтъ является пропускание сквозь него электрической искры или тока. Тогда, разлагая призмой свѣтъ этой искры, мы найдемъ, что спектръ состоитъ изъ одной или нѣсколькихъ свѣтлыхъ линий, занимающихъ то или иное положеніе въ зависимости отъ природы газа. Такъ, мы будемъ имѣть одинъ спектръ отъ водорода, дру-



Рис. 15. Распределение цвѣтовъ въ спектрѣ съ темными линиями А, В, С, D и т. д.

гой отъ кислорода и еще иные отъ всѣхъ почти тѣлъ, какія мы знаемъ. Отъ твердыхъ тѣлъ, въ томъ числѣ отъ всѣхъ металловъ, спектръ можно получить, нагрѣвая ихъ электрической искрой такъ, чтобы небольшое количество ихъ обращалось въ газъ. Такимъ образомъ можно получить даже спектръ желѣза и опытный наблюдатель сейчасъ узнаетъ желѣзо по положенію и распредѣленію линій въ его спектрѣ.

### Какъ изслѣдуются звѣзды.

Въ основѣ всего спектральнаго анализа лежитъ тотъ фактъ, что при прохожденіи свѣта раскаленнаго тѣла сквозь газъ, болѣе холодный, чѣмъ взятое тѣло, этотъ газъ отнимаетъ и поглощаетъ изъ даннаго свѣта лучи тѣхъ длинъ волнъ, какіе онъ самъ излучаетъ въ раскаленномъ состояніи. Въ результатѣ получается, что спектръ твердаго тѣла прерѣзывается извѣстными темными линіями, въ зависимости отъ природы того газа, сквозь который проходитъ свѣтъ. Такимъ образомъ, если мы будемъ наблюдать сквозь призму электрической свѣтъ съ близкаго разстоянія, то спектръ будетъ непрерывный, сплошной съ одного конца до другого. Но если мы будемъ далеко отъ источника свѣта, то спектръ окажется пересѣченнымъ большимъ числомъ темныхъ линій. Эти линіи произведены воздухомъ, черезъ который прошелъ нашъ свѣтъ и который отобралъ изъ него лучи извѣстной длины волны. Интересно, что наиболѣе энергичнымъ въ этомъ отношеніи является водяной парь—ему принадлежатъ большія группы линій, по которымъ легко открывается его присутствіе въ воздухѣ. Самыя темныя изъ этихъ линій, видимыхъ въ спектрѣ солнца, означаются буквами А, В, С и т. д., какъ указано на предыдущемъ рисункѣ.

Самое общее опредѣленіе спектроскопа и будетъ такое: это есть инструментъ для изученія спектровъ тѣлъ, небесныхъ и земныхъ.

Изученіе небесныхъ тѣлъ при помощи спектроскопа преслѣдуетъ двѣ цѣли. Одна изъ нихъ состоитъ въ изученіи природы тѣлъ, другая—въ изученіи ихъ движеній по направленію къ намъ или отъ насъ. Возможность послѣдняго представляетъ одно изъ самыхъ поразительныхъ приобрѣтеній современной науки. Если звѣзда приближается къ намъ, то

длина волны каждаго луча излучаемаго ею свѣта въ силу такого движенія слегка уменьшается, если же она удаляется отъ насъ, то длина волны увеличивается. Такимъ образомъ, измѣряя положеніе линій въ спектрѣ звѣзды, можно опредѣлить, приближается ли звѣзда къ намъ или удаляется отъ насъ.

Въ послѣдніе годы изученіе спектровъ звѣздъ производилось почти исключительно при помощи фотографіи. Оказывается, какъ и въ другихъ случаяхъ, что примѣняемая въ этомъ дѣлѣ пластинки могутъ запечатлѣвать предметы, невидимые глазомъ въ телескопъ. Поэтому астрономъ теперь фотографируетъ спектръ звѣзды, который будетъ имѣть всѣ линіи, видимыя глазу, и, можетъ быть, еще и много другихъ. Положенія этихъ линій измѣряются и изучаются, а затѣмъ изъ этого матеріала астрономъ извлекаетъ свои заключенія.

## Другіе астрономическіе инструменты.

Обыкновенно думаютъ, что главная работа астронома заключается въ изученіи звѣздъ, какими онъ ихъ видитъ въ трубу. Это вѣрно лишь въ томъ смыслѣ, что телескопъ представляетъ существенную часть почти всѣхъ астрономическихъ инструментовъ. Но простое изученіе звѣздъ въ телескопъ составляетъ только очень небольшую часть работы астронома. Самымъ важнымъ практическимъ приложеніемъ астрономіи на пользу человѣчества является опредѣленіе широтъ и долготъ различныхъ мѣстъ на земной поверхности, съ помощью чего можно опредѣлять расположеніе городовъ и сель и составлять карты страны или государства. Для этого необходимо точно знать положенія звѣздъ на небѣ, т. е. ихъ прямыя восхожденія и склоненія. Мы указывали въ одной изъ предыдущихъ главъ, что прямыя восхожденія и склоненія соотвѣтствуютъ долготамъ и широтамъ на поверхности земли. Въ силу этого соотвѣтствія наблюдатель можетъ опредѣлить свою широту по склоненію звѣзды, а свою долготу при помощи ея прямого восхожденія, если только ему извѣстно звѣздное время въ другомъ мѣстѣ, долгота котораго также извѣстна.

Фигуры и размѣры планетъ, движенія спутниковъ, орбиты планетъ и кометъ, строеніе туманностей и звѣздныхъ скопленій—все это даетъ матеріаль для астрономическихъ изслѣдованій, число которыхъ безгранично, и для этихъ изслѣдованій нужны, кромѣ телескопа, еще другіе инструменты.

### Меридіанный кругъ и часы.

Наибольшаго вниманія астронома, работающаго на обсерваторіи, требуетъ задача опредѣленія положеній небес-

ныхъ тѣлъ. Главнѣйшимъ инструментомъ для такихъ опредѣленій является *меридианный кругъ*. Онъ состоитъ изъ зрительной трубы, насаженной перпендикулярно на горизон-

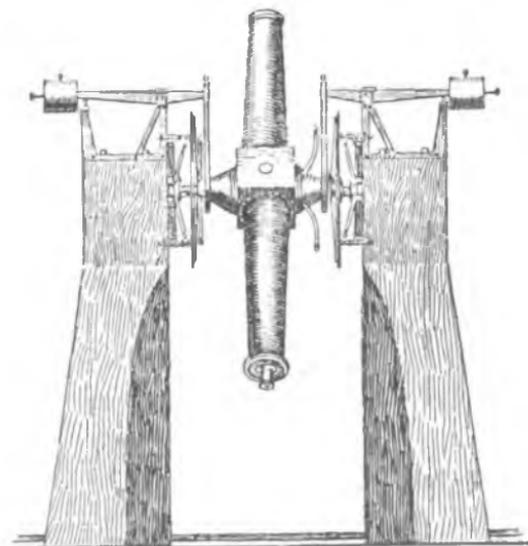


Рис. 16. Меридианный кругъ.

тальную ось, лежащую въ направленіи востокъ—западъ. Такимъ образомъ линія зрѣнія трубы можетъ двигаться только по меридіану. Если она направлена сначала какъ разъ на югъ, то можно повернуть ее такъ, что сперва линія зрѣнія пройдетъ черезъ зенитъ и затѣмъ еще дальше—черезъ полюсь къ сѣверной точкѣ горизонта; но повернуть ее къ востоку или западу невозможно. Можетъ, пожалуй, показаться, что это должно ограничивать примѣненіе меридианнаго круга, но именно на этомъ ограниченіи его движеній и основана его польза. Огромная цѣнность этого инструмента заключается въ томъ, что онъ даетъ возможность опредѣлять прямыя восхожденія безъ всякихъ измѣреній кромѣ счета времени. Мы говорили въ одной изъ предыдущихъ главъ о звѣздномъ времени, подраздѣленія котораго нѣсколько короче соответственныхъ единицъ нашего обычнаго времени и именно настолько, что звѣздные часы уходятъ впередъ отъ обыкновенныхъ на два часа въ мѣсяць. Звѣздное время того момента,

когда звѣзда проходитъ черезъ меридіанъ, представляетъ собой не что иное, какъ ея прямое восхожденіе; задача опредѣленія послѣдняго является, слѣдовательно, очень простой вещью. Мы пускаемъ въ ходъ наши звѣздные часы, ставимъ ихъ въ точности по звѣздному времени, направляемъ трубу меридіаннаго круга на различныя звѣзды, которыя уже близки къ прохожденію черезъ меридіанъ, и отмѣчаемъ точный моментъ этого прохожденія для каждой звѣзды. Меридіанъ указывается въ трубѣ очень тонкой паутинной нитью, укрѣпленной въ фокусъ зрительной трубы. Тотъ моментъ, въ который звѣзда покажется пересѣкающей эту паутинную нить, будетъ моментомъ ея прохожденія черезъ меридіанъ. Время, которое покажутъ въ этотъ моментъ звѣздные часы, и есть прямое восхожденіе этой звѣзды. Если бы часы можно было регулировать съ абсолютной точностью и если бы инструментъ вращался строго въ плоскости меридіана, то прямыя восхожденія на самомъ дѣлѣ опредѣлялись бы только что описаннымъ простымъ способомъ.

Однако, на дѣлѣ, къ сожалѣнію, никакіе часы нельзя регулировать съ той точностью, которая требуется для астронома,—а ему нужно знать время съ точностью до десятой или даже до сотой доли секунды. Кромѣ того, никогда ось инструмента не можетъ быть установлена въ направленіи востокъ—западъ настолько точно, чтобы труба не уклонялась хоть немного отъ меридіана. Поэтому астрономъ долженъ принимать въ расчетъ вліяніе ошибокъ своихъ часовъ и установки инструмента; а это требуетъ большого количества тщательныхъ наблюденій и вычисленій. Даже при величайшемъ стараніи одно отдѣльное наблюденіе будетъ содержать ошибки, которыя онъ долженъ устранить въ возможной степени. Это достигается многократнымъ наблюденіемъ всякой звѣзды, которую онъ заноситъ въ свой каталогъ. Для большей части звѣздъ удовлетворяются обыкновенно тремя или четырьмя наблюденіями каждой, но болѣе важныя наблюдаютъ десятки и сотни разъ.

Для опредѣленія склоненія необходимъ кругъ, раздѣленный на градусы и ихъ части. Онъ состоитъ изъ мѣднаго или стального круга, очень похожаго на экипажное колесо, осью которому служить ось вращенія меридіаннаго круга.

Кругъ насаживается на эту ось наглухо, такъ что при движеніи трубы инструмента въ плоскости меридіана и онъ долженъ двигаться одновременно съ ней. Дѣленія круга состоятъ изъ очень тонкихъ мѣтокъ или линій по всей его окружности. Такъ какъ послѣдняя раздѣляется на триста шестьдесятъ градусовъ, то такой линіей (штрихомъ) отмѣчается каждый градусъ. Между каждыми двумя такими штрихами помѣщается еще двадцать девять штриховъ, которые отстоятъ другъ отъ друга такимъ образомъ на двѣ минуты. Къ одному изъ каменныхъ столбовъ, на которыхъ лежитъ инструментъ, а иногда и къ каждому изъ нихъ прикрѣпляется четыре микроскопа такъ, чтобы въ нихъ можно было видѣть дѣленія круга. При вращеніи инструмента всѣ эти дѣленія будутъ послѣдовательно проходить подъ каждымъ микроскопомъ и наблюдатель, смотрящій въ микроскопъ, можетъ ихъ видѣть. Положеніе звѣзды можно опредѣлить, измѣряя при помощи микроскопа положеніе того штриха раздѣленного круга, который оказался подъ нимъ, когда телескопъ былъ направленъ на звѣзду.

Экваторіалъ <sup>1)</sup> и меридіанный кругъ являются двумя главнѣйшими инструментами въ оборудованіи астрономической обсерваторіи. Для специальныхъ цѣлей существуетъ много другихъ болѣе или менѣе употребительныхъ инструментовъ, но они представляютъ интересъ только для специалистовъ, которые, конечно, должны искать свѣдѣній о нихъ въ книгахъ, написанныхъ для этихъ спеціалистовъ.

Точность, съ которой опытный наблюдатель можетъ отмѣтить моментъ прохожденія звѣзды черезъ нить его инструмента, поразительна. Одинъ изъ пріемовъ для этой цѣли таковъ: наблюдатель слушаетъ и считаетъ удары маятника часовъ, когда звѣзда подходитъ къ нити и затѣмъ пересѣкаетъ ее. Онъ замѣчаетъ точное положеніе звѣзды при послѣднемъ ударѣ передъ прохожденіемъ черезъ нить и при первомъ послѣ прохожденія. Сравнивая мысленно разстоянія звѣзды въ эти моменты отъ нити, онъ оцѣниваетъ число десятыхъ долей секунды, въ которую имѣло мѣсто прохожденіе, и отмѣчаетъ это время въ своемъ журналѣ для записи наблюдений.

<sup>1)</sup> т. е. телескопъ, монтированный, какъ описано въ первой главѣ этой части.

Въ настоящее время въ большей части обсерваторій этотъ способъ замѣненъ способомъ регистрированія (записыванія) на хронографѣ. Послѣдній состоитъ изъ вращающагося цилиндра, обтянутаго бумагой; на ней лежитъ остріе пера, которое при вращеніи цилиндра проводитъ на бумагѣ линію. Перо устроено такъ, что электрической токъ, проходящій черезъ часы и черезъ ключъ (телеграфную клавишу), при каждомъ ударѣ маятника или нажимѣ наблюдателемъ клавиши заставляеть перо дѣлать зигзагъ въ той линіи, которую оно проводитъ. Когда наблюдатель видитъ, что звѣзда достигла нити его инструмента, онъ нажимаетъ клавишу и положеніе полученнаго такимъ образомъ зигзага на линіи, проводимой перомъ, между парой зигзаговъ, сдѣланныхъ часами, опредѣляетъ моментъ, когда была нажата клавиша.

Астрономическіе часы должны быть возможно совершенны и не дѣлать ошибокъ больше одной десятой доли секунды въ однѣ или даже въ нѣсколько сутокъ. Въ обыкновенныхъ стѣнныхъ часахъ измѣненія длины маятника, которыя происходятъ отъ измѣненій температуры отъ дня къ ночи, даютъ ошибки въ нѣсколько секундъ. Въ астрономическихъ часахъ эти измѣненія должны быть исключены. Этому достигаютъ тѣмъ, что дѣлають маятникъ изъ различныхъ матеріаловъ и притомъ такъ, что неодинаковыя расширенія ихъ взаимно уничтожаютъ другъ друга. Самымъ употребительнымъ соединеніемъ является стальной стержень со стальнымъ или стекляннымъ сосудомъ, содержащимъ ртуть, причемъ этомъ сосудъ служитъ въ то же время маятнику чечевицей. При повышеніи температуры расширеніе ртути вверхъ уравновѣшиваетъ расширеніе стали внизъ.

ЧАСТЬ III

СОЛНЦЕ, ЗЕМЛЯ И ЛУНА



## Предварительный обзор солнечной системы.

Мы уже видѣли, что та небольшая группа тѣлъ, на одномъ изъ которыхъ мы живемъ, образуетъ какъ бы отдѣльную колонію. Однако, хотя и ничтожная въ сравненіи со всей вселенной, для насъ эта часть важнѣе всего остального міра. Прежде, чѣмъ перейти къ подробному описанію различныхъ членовъ этой группы, мы должны бросить общій взглядъ на то, изъ какого рода тѣлъ она состоитъ и какъ она устроена.

Прежде всего мы имѣемъ солнце, великое блистающее центральное тѣло, разсыпающее тепло и свѣтъ на всѣ другія тѣла нашей группы и удерживающее всю систему силою своего могучаго притяженія.

Затѣмъ идутъ планеты, обращающіяся около солнца по правильнымъ орбитамъ, къ числу которыхъ принадлежитъ и наша земля. Слово «планета» означаетъ «блуждающій»—это выраженіе раньше употреблялось потому, что эти свѣтила не сохраняютъ своихъ мѣстъ между неподвижными звѣздами, но кажутся блуждающими между ними. Планеты раздѣляются на два совершенно различныхъ класса: *большія* и *малыя*.

Большихъ планетъ восемь и послѣ солнца онѣ являются самыми значительными тѣлами нашей системы. Разстоянія отъ солнца большей части изъ нихъ довольно близко слѣдуютъ нѣкоторому опредѣленному закону, о которомъ будетъ сказано ниже; ближе всѣхъ къ солнцу—на разстояніи около семидесяти милліоновъ километровъ—находится Меркурій, а дальше всѣхъ Нептунъ, разстояніе котораго составляетъ пять милліардовъ километровъ. Послѣдній, слѣ-

довательно, въ семьдесятъ разъ дальше отъ солнца, чѣмъ Меркурій. Еще больше различіе въ ихъ временахъ обращенія. Меркурій совершаетъ свое обращеніе вокругъ солнца менѣе, чѣмъ въ три нашихъ мѣсяца, Нептунъ же требуетъ для своего длиннаго путешествія болѣе ста шестидесяти лѣтъ. Со времени его открытія въ 1846 г. онъ не сдѣлалъ еще и половины своего оборота.

Большія планеты раздѣляются на двѣ группы, по четыре планеты въ каждой. Эти двѣ группы раздѣлены очень широкимъ промежуткомъ. Группа внутреннихъ планетъ состоитъ изъ тѣхъ значительно меньшихъ, чѣмъ внѣшнія: всѣ четыре вмѣстѣ они не составили бы тѣла, равнаго по объему четверти самой меньшей изъ планетъ внѣшней группы.

Въ промежуткѣ между этими двумя группами обращаются малыя планеты или *астероиды*, какъ ихъ обыкновенно называютъ. Они ничтожны въ сравненіи съ большими планетами. Сколько намъ извѣстно, всѣ они расположены въ широкомъ поясѣ, внутренняя граница котораго находится отъ солнца немного дальше земли, а внѣшняя—въ четыре раза дальше земли. Они отличаются отъ большихъ планетъ также своей многочисленностью: ихъ извѣстно теперь болѣе пятисотъ и открытіе новыхъ идетъ такъ быстро, что опредѣлить точное число ихъ невозможно.

Третій разрядъ тѣхъ нашей солнечной системы составляютъ *спутники* или *луны*. Нѣкоторыя изъ большихъ планетъ имѣютъ по одному или по нѣсколько такихъ небольшихъ тѣхъ, обращающихся около нихъ и такимъ образомъ сопровождающихъ ихъ въ обращеніи около солнца. Двѣ внутреннія планеты, Меркурій и Венера, сколько намъ извѣстно, не имѣютъ спутниковъ. У другихъ планетъ ихъ имѣется отъ одного (наша луна) до восьми—свита планеты Сатурна. Такимъ образомъ, каждая изъ большихъ планетъ, за исключеніемъ Меркурія и Венеры, является центромъ системы, въ извѣстной степени сходной съ солнечной системой. Эти системы обозначаются именами ихъ центральныхъ тѣхъ. Такъ, мы имѣемъ Марсову систему, состоящую изъ Марса и его двухъ спутниковъ, Юпитерову систему изъ Юпитера и его пяти спутниковъ, Сатурнову систему, включающую Сатурнъ, его кольца и спутники.

Четвертый разрядъ тѣлъ составляю кометы. Послѣднія движутся вокругъ солнца по очень эксцентрическимъ <sup>1)</sup> орбитамъ. Мы видимъ ихъ только при ихъ приближеніи къ солнцу, что для большинства этихъ тѣлъ случается разъ въ нѣсколько столѣтій или даже тысячелѣтій. Но и тогда можно не увидѣть кометы, если условія окажутся неблагопріятными.

Кромѣ предыдущихъ тѣлъ мы имѣемъ еще безчисленное количество метеорныхъ частицъ, обращающихся вокругъ солнца въ правильныхъ орбитахъ. Онѣ, повидимому, связаны какимъ-то образомъ съ кометами. Онѣ уже совершенно невидимы за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда встрѣчаются съ нашей атмосферой и когда мы ихъ наблюдаемъ въ видѣ падающихъ звѣздъ.

Распределеніе планетъ по порядку ихъ разстояній отъ солнца, вмѣстѣ съ числомъ ихъ спутниковъ, слѣдующее:

*I. Внутренняя группа большихъ планетъ:*

    Меркурій,  
    Венера,  
    Земля съ однимъ спутникомъ,  
    Марсъ съ двумя спутниками.

*II. Группа малыхъ планетъ или астероидовъ.*

*III. Внешняя группа большихъ планетъ:*

    Юпитерь съ пятью спутниками,  
    Сатурнъ съ восемью спутниками,  
    Уранъ съ четырьмя спутниками,  
    Нептунъ съ однимъ спутникомъ.

Мы будемъ говорить объ этихъ тѣлахъ, не придерживаясь порядка ихъ разстояній отъ солнца, но, описавъ послѣднее, пропустимъ Меркурій и Венеру и перейдемъ къ землѣ и лунѣ. Затѣмъ уже мы займемся другими планетами и опишемъ ихъ по порядку.

---

<sup>1)</sup> удлинненнымъ.

## Солнце.

При описаніи солнечной системы ея огромное центральное тѣло, естественно, прежде всего должно привлечь наше вниманіе. Нашимъ глазамъ солнце представляется блистающимъ дискомъ. Прежде всего у насъ возникаютъ вопросы, каковы размѣры этого диска и на какомъ разстояніи отъ насъ онъ находится. Мы знаемъ—мы можемъ измѣрить—уголь, подъ которымъ виденъ діаметръ солнца. Еслибы начертить двѣ линіи, пересѣкающіяся подъ такимъ же угломъ, и продолжить ихъ въ небесное пространство, то діаметръ солнца долженъ быть равнымъ разстоянію между этими линіями, взятому на разстояніи солнца отъ насъ. Точное опредѣленіе этого угла представляетъ очень простую тригонометрическую задачу. Теперь будетъ достаточно сказать, что величина видимаго діаметра солнца или уголь, подъ которымъ мы его видимъ, равна тридцати двумъ минутамъ и что разстояніе солнца отъ земли приблизительно въ 107·5 разъ больше его діаметра, взятаго въ километрахъ. Поэтому, еслибы мы знали разстояніе солнца, то для полученія поперечника солнца нужно было бы только раздѣлить это число на 107·5.

Въ главѣ, посвященной способамъ измѣренія разстояній во вселенной, будутъ описаны различные способы опредѣленія разстояній солнца. Въ результатѣ всѣхъ этихъ измѣреній получается, что разстояніе солнца приблизительно равно ста сорока девяти милліонамъ километровъ. Округляя число и дѣля его на 107·5, мы получимъ для діаметра 1400000 км. Это приблизительно въ сто десять разъ больше діаметра земли. Отсюда слѣдуетъ, что объемъ солнца болѣе, чѣмъ въ милліонъ триста тысячъ разъ превосходитъ объемъ земли.

Важное значеніе, какое имѣеть для насъ солнце, обусловливается тѣмъ, что оно является великимъ источникомъ свѣта и тепла. Еслибы этотъ притокъ свѣта и тепла прекратился, то міръ не только облекся бы въ вѣчную ночь, но очень скоро и въ вѣчный ледяной холодъ. Всѣмъ извѣстно, что въ ясныя ночи поверхность земли охлаждается вслѣдствіе отдачи излученіемъ въ пространство тепла, полученнаго отъ солнца за день. Безъ ежедневной доставки новаго тепла потеря его продолжалась бы постоянно и холодъ кругомъ насъ далеко превзошелъ бы тотъ, который мы испытываемъ теперь въ полярныхъ странахъ. Растительность не могла бы существовать. Океаны покрылись бы сплошь льдомъ и вся жизнь на землѣ скоро исчезла бы.

Поверхность солнца, которую мы только и можемъ видѣть, называется *фотосферой*. Это названіе употребляется для отличія видимой поверхности отъ громадной невидимой внутренней части солнца. Невооруженному глазу фотосфера кажется совершенно однородной. Но въ телескопъ видно, что вся ея поверхность имѣеть зернистое строеніе, которое удачно сравнивали съ видомъ риса въ супѣ. Изслѣдованія, производимыя при наилучшихъ условіяхъ, показываютъ, что этотъ видъ производится мелкими и очень неправильными зернышками, разбросанными по всей фотосферѣ.

При тщательномъ сравненіи яркости различныхъ мѣстъ фотосферы мы находимъ, что центръ видимаго диска ярче краевъ. Эту разницу можно увидѣть даже и безъ телескопа, если смотрѣть на солнце сквозь темное стекло или когда оно заходитъ въ густомъ туманѣ. Убываніе свѣта идетъ особенно быстро у самаго края диска, гдѣ яркость почти вдвое слабѣе, чѣмъ въ центрѣ. Замѣтно также и различіе въ окраскѣ: на краяхъ диска солнце желтѣе, чѣмъ въ центрѣ.

Все это показываетъ, что свѣтъ солнца поглощается атмосферой, окружающей солнце. Легко видѣть, что вслѣдствіе шарообразности солнца свѣтъ, идущій отъ краевъ, выходитъ изъ солнца косо къ его поверхности, а свѣтъ изъ центра—отвѣсно. Чѣмъ наклоннѣе идетъ свѣтъ отъ поверхности, тѣмъ больше та толща атмосферы, которую онъ долженъ пройти, и потому тѣмъ больше потеря вслѣдствіе поглощенія въ этой атмосферѣ. Атмосфера солнца, какъ и

наша, поглощаетъ зеленые и голубые лучи спльнѣе, чѣмъ красные. По этой причинѣ свѣтъ, идущій отъ краевъ диска, имѣетъ болѣе красный оттѣнокъ.

### Вращеніе солнца.

Тщательныя наблюденія показываютъ, что солнце подобно планетамъ вращается вокругъ оси, проходящей черезъ его центръ. Пользуясь тѣми же обозначеніями, что и для земли, мы называемъ тѣ точки, въ которыхъ ось вращенія пересѣкаетъ поверхность солнца, *полюсами* солнца, а кругъ, проходящій какъ разъ по срединѣ между полюсами, его *экваторомъ*. Время этого оборота составляетъ около двадцати пяти сутокъ. Такъ какъ окружность солнца больше, чѣмъ въ сто десять разъ превосходитъ окружность земли, то поверхность солнца должна двигаться приблизительно въ четыре раза скорѣе земной. На экваторѣ солнца скорость движенія составляетъ около двухъ километровъ въ секунду.

Самой любопытной особенностью этого вращенія является то, что на экваторѣ оно происходитъ быстрѣе, чѣмъ по обѣ стороны отъ него. Еслибы солнце было твердымъ тѣломъ, какъ земля, то всѣ его части должны были бы совершать оборотъ въ одно и то же время. Значитъ, солнце не можетъ быть твердымъ тѣломъ, а должно быть или жидкимъ или газообразнымъ, по крайней мѣрѣ, на поверхности.

Солнечный экваторъ наклоненъ къ плоскости земной орбиты на  $6^{\circ}$ . Расположенъ онъ такъ, что въ весенніе мѣсяцы сѣверный полюсъ солнца отклоненъ отъ насъ за край диска на  $6^{\circ}$  и, слѣдовательно, центръ видимаго диска приходится на столько же южнѣе солнечнаго экватора. Въ осенніе мѣсяцы имѣетъ мѣсто обратное.

### Плотность и вѣсъ солнца.

Подъ средней плотностью солнца разумѣютъ средній удѣльный вѣсъ вещества, изъ котораго оно состоитъ, или отношеніе его вѣса къ вѣсу такого же объема воды. Извѣстно, что эта плотность составляетъ только четверть плотности земли или приблизительно въ полтора раза больше плотности воды. Говоря точнѣе, мы имѣемъ

ходятъ на ядро, а иногда даже перехватываютъ съ одного его края на другой.

Самымъ удивительнымъ закономъ пятенъ, подтвержденнымъ почти тремя вѣками наблюдений, является измѣненіе ихъ числа правильнымъ образомъ въ теченіе приблизительно

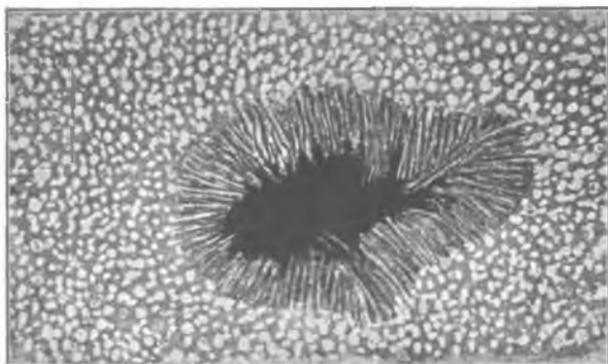


Рис. 17. Видъ солнечнаго пятна.

одиннадцати лѣтъ и сорока дней. Въ иные годы случается, что почти цѣлую половину года не видно ни одного пятна. Такъ было въ 1889 г. и затѣмъ снова въ 1900 г. Въ слѣдующій затѣмъ годъ ихъ появляется немного больше, и затѣмъ число ихъ все увеличивается изъ году въ годъ лѣтъ пять. Затѣмъ ихъ количество годъ за годомъ становится все меньше, пока не закончится полный кругъ, когда оно снова начнетъ возрастать. Эти измѣненія были прослѣжены вплоть до времени Галилея, хотя Швабе (Schwabe) открылъ, что это происходитъ правильно, не раньше 1825 г.

Годами наибольшаго и наименьшаго числа ихъ, въ прошломъ и будущемъ, являются слѣдующіе:

наибольшее	наименьшее
1871	1878
1882	1889
1893	1900
1905	1911
1916	1922
1927	1933

Другимъ замѣчательнымъ закономъ пятенъ является то, что ихъ можно видѣть не по всему солнцу, а только въ извѣстныхъ поясахъ его широты. Они нѣсколько рѣже на солнечномъ экваторѣ, но становятся чаще къ сѣверу и къ югу отъ экватора до пятнадцатаго градуса широты, сѣверной и южной. Отъ этого мѣста до двадцати градусовъ число пятенъ больше всего, затѣмъ оно падаетъ и по ту сторону тридцати градусовъ рѣдко можно увидѣть пятно. Эти области указаны на приложенномъ рисункѣ, на которомъ густота штриховки отвѣчаетъ количеству пятенъ. Еслибы мы взяли бѣлый шаръ, чтобы изобразить солнце, и поставили на немъ черныя точки соотвѣтственно числу пятенъ въ извѣстные годы, то эти точки дали бы шару тотъ видъ, который представляетъ рисунокъ.



Рис. 18. Распределение солнечных пятенъ по широтѣ.

### Факелы.

На солнцѣ вообще часто бываютъ видны группы многочисленныхъ небольшихъ пятенъ, болѣе яркихъ, чѣмъ фотосфера—*факеловъ*. Ихъ часто можно видѣть вблизи пятенъ и всего чаще они попадаются въ областяхъ наибольшаго количества пятенъ, хотя и не ограничены исключительно этими предѣлами. Однако, вблизи полюсовъ солнца они рѣдки.

Что пятна и факелы обусловлены одной общей причиной, выяснено при помощи спектро-гелиографа—инструмента, придуманнаго Галемъ (Hale) для получения снимковъ солнца въ свѣтъ одного рода лучей спектра, на примѣръ, того рода, какой испускаютъ свѣтящіяся пары кальція. Результатъ при этомъ получается такой же, какъ еслибы мы смотрѣли на солнце сквозь стекло, которое пропускало бы лучи паровъ кальція, но поглощало всѣ остальные. Мы видѣли бы въ такомъ случаѣ кальціевый свѣтъ солнца и ничего больше.

Когда солнце фотографируется этимъ инструментомъ въ кальціевомъ свѣтѣ, получается поразительный результатъ. Области солнечныхъ пятенъ представляются теперь ярче остальныхъ и факелы оказываются на солнцѣ всюду. Мы узнаемъ такимъ образомъ, что взрывы газовъ, между которыми кальцій является наиболѣе замѣтнымъ, происходятъ постоянно; но они многочисленнѣе въ областяхъ солнечныхъ пятенъ, чѣмъ въ остальныхъ. Поэтому пятна являются продуктами процессовъ, идущихъ непрерывно по всему солнцу, но производящихъ пятно только въ исключительныхъ случаяхъ, когда эти процессы очень энергичны.

Прежде предполагали, что пятна суть отверстія или углубленія въ фотосферѣ, обнаруживающія болѣе темную внутреннюю область. Этотъ взглядъ основывался на томъ, что при приближеніи пятна къ краю солнца его ободокъ на той сторонѣ, которая ближе къ краю, казался шире, чѣмъ на противоположной. Но теперь этотъ взглядъ оставленъ. Мы не можемъ съ увѣренностью сказать, лежитъ ли пятно выше или ниже фотосферы. Дальше мы увидимъ, что послѣдняя не есть просто поверхность, какой она намъ кажется, а представляетъ собой скорлупу или оболочку толщиной во много километровъ, быть можетъ, въ двѣсти или еще больше. Пятна несомнѣнно принадлежатъ этой оболочкѣ—болѣе холодныя ея части, они не лежатъ ни выше, ни ниже ея.

### **Солнечные выступы и хромосфера.**

Слѣдующую затѣмъ замѣчательную особенность солнца, которую мы должны описать, представляютъ солнечные выступы или протуберанцы. Исторія нашего ознакомленія съ этими объектами очень интересна,—мы расскажем ея въ главѣ о солнечныхъ затмѣніяхъ. Спектроскопъ показываетъ намъ, что изъ солнца вылетаютъ во всѣ стороны огромныя массы раскаленныхъ паровъ различныхъ веществъ. Онѣ бываютъ такъ громадны, что земля въ сравненіи съ ними не больше, чѣмъ песчинка въ сравненіи съ пламенемъ свѣчи. Онѣ взлетаютъ вверхъ съ поразительной скоростью, -- иногда на сотни километровъ въ секунду. Какъ и факелы, онѣ многочисленнѣе въ поясахъ солнечныхъ пятенъ, но не ограничены только этими поясами. Сіяніе вокругъ солнца, производимое

отраженіемъ свѣта отъ частицъ воздуха, дѣлаетъ ихъ совершенно невидимыми для глаза даже и въ телескопъ, за исключеніемъ тѣхъ случаевъ (полныхъ солнечныхъ затменій), когда это сіяніе устраняется луной. Тогда ихъ можно увидѣть даже и невооруженнымъ глазомъ какъ бы стоящими на краю чернаго диска луны.

Протуберанцы бываютъ, повидимому, двухъ сортовъ: эруптивныя (изверженныя) и облакообразныя. Первыя поднимаются изъ солнца, какъ огромные языки пламени; вторыя, повидимому, находятся въ покоѣ надъ нимъ, какъ облака, плавающія въ воздухѣ. Но вокругъ солнца нѣтъ воздуха, въ которомъ такіе объекты могли бы плавать, и мы не можемъ сказать опредѣленно, что поддерживаетъ ихъ. Весьма возможно, впрочемъ, что это производитъ отталкивательная сила лучей солнца, о которой мы будемъ говорить въ одной изъ слѣдующихъ главъ.

Спектральный анализъ показываетъ, что протуберанцы состоятъ преимущественно изъ водорода, смѣшаннаго съ парами кальція и магнія. Своимъ краснымъ цвѣтомъ онѣ обязаны водороду. Продолжительное изученіе протуберанецъ показываетъ, что онѣ связаны съ тонкимъ слоемъ газовъ, который облекаетъ фотосферу и лежитъ на ней. Этотъ слой называется *хромосферой* по причинѣ своего рѣзкаго краснаго цвѣта, одинаковаго съ цвѣтомъ протуберанецъ. Какъ и у послѣднихъ, большая часть ея свѣта происходитъ отъ водорода; но она содержитъ и нѣсколько другихъ веществъ въ перемѣнномъ, повидимому, количествѣ.

Послѣднимъ придаткомъ солнца, о которомъ нужно упомянуть, является *корона*. Она бываетъ видима только во время полныхъ солнечныхъ затменій въ видѣ нѣжнаго сіянія вокругъ солнца съ болѣе длинными лучами, идущими иногда дальше, чѣмъ на длину солнечнаго діаметра. Ея природа въ точности еще неизвѣстна. Мы опишемъ ее въ главѣ о солнечныхъ затменіяхъ.

### Строеніе солнца.

Теперь мы сопоставимъ, что мы видимъ и знаемъ о строеніи солнца.

Мы имѣемъ, прежде всего, огромную внутреннюю часть,

которой, разумѣется, мы никогда не можемъ видѣть.

То, что мы видимъ при взглядѣ на солнце, есть блистающая поверхность этого шара, фотосфера. Это не есть поверхность на самомъ дѣлѣ, а скорѣе газовый слой въ нѣсколько сотъ километровъ глубиной, который мы не можемъ отличить отъ поверхности. Этотъ слой разнообразится пятнами, а въ немъ или надъ нимъ возносятся факелы.

На фотосферѣ сверху лежитъ слой газовъ, называемый хромосферой, который при помощи сильнаго спектроскопа можно наблюдать во всякое время, непосредственно же можно видѣть только во время полныхъ солнечныхъ затмений.

Сквозь красную хромосферу или отъ нея идутъ тоже красныя огненные массы, называемыя протуберанцами.

Кругомъ всего этого лежитъ корона.

Вотъ что мы видимъ на солнцѣ. Что же можно сказать о томъ, что такое оно на самомъ дѣлѣ? И прежде всего, есть ли оно тѣло твердое, жидкое или газообразное?

Что оно не есть твердое тѣло, показываетъ уже его законъ вращенія. Оно не можетъ быть и жидкимъ, какъ расплавленный металлъ, такъ какъ высылаетъ со своей поверхности такія массы тепла, что расплавленный металлъ долженъ былъ бы охладиться и отвердѣть въ самое короткое время. Уже болѣе тридцати лѣтъ тому назадъ было выяснено, что внутренность солнца должна представлять массу газовъ, сжатую до плотности жидкостей громаднымъ давленіемъ вышележащихъ частей. Однако, предполагалось всетаки, что фотосфера можетъ быть чѣмъ-то въ родѣ коры, а все солнце—походить на огромный пузырь. Однако теперь придерживаться этого взгляда, повидимому, уже невозможно. Не похоже, чтобы на солнцѣ хоть что-нибудь могло быть въ твердомъ состояніи.

Не разъ дѣлались попытки опредѣлить температуру фотосферы. Она, вѣроятно, превосходитъ все, что мы можемъ получить на землѣ, даже температуру электрической печи; иначе какъ могъ бы кальцій, металлическое основаніе извести, существовать тамъ въ видѣ паровъ? Всѣ мы знаемъ, что окружающій насъ воздухъ дѣлается холоднѣе и рѣже по мѣрѣ поднятія надъ поверхностью земли. Это обусловливается дѣйствиємъ тяготѣнія, т. е. вѣсомъ атмосферы,

который производит постепенное увеличеніе давленія по мѣрѣ приближенія къ поверхности земли. Но на солнцѣ тяготѣніе въ двадцать семь разъ сильнѣе, чѣмъ на землѣ. Значитъ, при опусканіи внизъ температура и давленіе должны на солнцѣ возрастать гораздо быстрѣе, чѣмъ на землѣ. Даже въ фотосферѣ температура такова, что «элементы сливаются въ раскаленномъ жару». Подъ поверхностью же температура должна возрастать сотнями градусовъ на каждый километръ внизъ. Въ результатѣ выходитъ, что внутри солнца газы подвержены дѣйствию двухъ силъ, постепенно растущихъ. Это есть сила расширенія отъ нагрѣванія и сила сжатія газами сверху, производимая громадной силой тяготѣнія солнца.

Силы, оказывающія такимъ образомъ вліяніе, непостижимо огромны даже во внѣшнихъ частяхъ солнечнаго шара. Можетъ быть, взрывъ пороха при выстрѣлѣ тринадцатидюймоваго орудія будетъ самымъ яркимъ знакомымъ намъ примѣромъ силы раскаленныхъ газовъ. Теперь представьте себѣ, что каждый квадратный футъ пространства цѣлой волости занять такимъ орудіемъ и всѣ орудія, направленные вверхъ, стрѣляютъ разомъ. Результатъ этого въ сравненіи съ тѣмъ, что происходитъ внутри фотосферы, будетъ приблизительно то же, чѣмъ является игрушечная пушка ребенка въ сравненіи съ такимъ тринадцатидюймовымъ орудіемъ.

### **Источникъ теплоты солнца.**

Съ практической точки зрѣнія, быть можетъ, самымъ основнымъ и важнымъ вопросомъ науки является слѣдующій: какъ поддерживается теплота солнца? Вопросъ этотъ, казалось, не представлялъ никакихъ затрудненій, пока законы теплоты не были поняты совершенно ясно. Даже и нынѣ люди, незнакомые съ дѣломъ, думаютъ, что тепло, которое мы получаемъ отъ солнца, можетъ образовываться какимъ-то путемъ отъ прохожденія солнечныхъ лучей сквозь нашу атмосферу и что на самомъ дѣлѣ солнце, пожалуй, вовсе не излучаетъ тепла, что оно даже есть тѣло не слишкомъ высокой температуры. Но современная наука показываетъ, что тепло не можетъ быть получено иначе, какъ путемъ

затраты энергіи въ какомъ-нибудь видѣ. Энергія солнца необходимо ограничена въ количествѣ и непрерывно теряется путемъ излученія.

Очень легко было бы вообразить себѣ, что солнце представляетъ что-то вроде раскаленного до-бѣла пушечнаго ядра, охлаждающагося путемъ отдачи тепла во всѣ стороны, какъ и слѣдуетъ такому ядру. Изъ дѣйствительныхъ наблюденій мы знаемъ, какое количество тепла посылаетъ намъ солнце. Это можно представить слѣдующимъ образомъ.

Вообразимъ пустой бассейнъ съ плоскимъ дномъ, глубиною въ одинъ сантиметръ. Пусть затѣмъ онъ будетъ наполненъ водою, глубиною, слѣдовательно, въ одинъ сантиметръ, и помѣщенъ подъ отвѣсныя лучи солнца. Тепла, которое солнце излучаетъ къ нему, будетъ достаточно, чтобы нагрѣть воду приблизительно на три съ половиной градуса Цельсія (около 3° Реомюра) въ теченіе одной минуты. Отсюда слѣдуетъ, что, если мы предположимъ тонкій сферическій слой воды толщиной въ одинъ сантиметръ и радіуса, равнаго радіусу земной орбиты, съ солнцемъ въ центрѣ, то этотъ слой воды будетъ нагрѣваться съ указанной скоростью. Тепло, которое онъ будетъ получать, будетъ представлять все то тепло, которое излучается солнцемъ. Такимъ образомъ мы можемъ опредѣлить, сколько тепла солнце теряетъ каждую минуту, день и годъ.

Очень простое вычисленіе покажетъ, что, еслибы солнце было той же природы, что и раскаленное до-бѣла ядро, оно должно было бы охладиться такъ быстро, что его теплоты не могло бы хватить дольше, чѣмъ на нѣсколько столѣтій. Но по всей видимости, его хватило уже на миллионы лѣтъ. Откуда же въ такомъ случаѣ пополняется запасъ? Отвѣтъ современной науки на этотъ вопросъ гласитъ, что тепло, излучаемое солнцемъ, пополняется по мѣрѣ его потери уменьшеніемъ объема солнца. Всѣмъ извѣстно, что во многихъ случаяхъ при уничтоженіи движенія образуется тепло. Когда орудійный снарядъ попадаетъ въ броневую плиту броненосца, то этотъ простой удар нагрѣваетъ и плиту и снарядъ. Кузнецъ можетъ разогрѣть желѣзо ударами молотка.

Всѣ эти явленія охватываются однимъ положеніемъ,

что, если падающее тѣло останавливается въ своемъ паденіи треніемъ или какимъ-нибудь ударомъ, то должно происходить образованіе тепла. На основаніи этого закона мы знаемъ, что вода въ Ніагарскомъ водопадѣ послѣ удара, при паденіи, о дно должна быть на четверть градуса теплѣе, чѣмъ до него. Мы знаемъ также, что всякое тѣло при охлажденіи уменьшается въ объемѣ. Сжатіе газообразнаго тѣла, какимъ мы должны считать солнце, больше, чѣмъ сжатіе твердаго или жидкаго. Тепло солнца излучается массами вещества, постоянно поднимающимися изнутри и отдающими свое тепло, когда онѣ достигаютъ поверхности. Охладившись, онѣ снова падаютъ внизъ и тепло, образующееся при этомъ паденіи, поддерживаетъ температуру солнца.

Можетъ показаться почти невозможнымъ, чтобы получаемого такимъ образомъ тепла могло хватить на милліоны лѣтъ; но такъ какъ мы знаемъ величину силы тяжести на поверхности солнца, то мы можемъ точно вычислить это. Этимъ путемъ найдено, что для поддержанія нынѣшняго излученія тепла необходимо только, чтобы діаметръ солнца уменьшался приблизительно на одинъ километръ въ четырнадцать лѣтъ или около семи километровъ въ столѣтіе. Такое уменьшение можно было бы замѣтить только черезъ тысячи лѣтъ. Однако, процессъ сжатія долженъ когда-нибудь завершиться. Значить, если это вѣрно, должна имѣть предѣлъ и жизнь солнца. Каковъ этотъ предѣлъ, сказать въ точности мы не можемъ, мы знаемъ только, что онъ придетъ черезъ нѣсколько милліоновъ лѣтъ и что на это потребуется даже не особенно много милліоновъ лѣтъ.

Изъ этой же теоріи вытекаетъ, что прежде солнце было больше, чѣмъ теперь, и тѣмъ больше, чѣмъ дальше мы заглянемъ въ его исторію. Было время, когда оно равнялось всей солнечной системѣ. Тогда оно могло быть только туманностью. Такимъ образомъ мы приходимъ къ теоріи, что солнце и солнечная система образовались изъ туманности сжатіемъ въ теченіе милліоновъ лѣтъ. Это воззрѣніе извѣстно обыкновенно подъ именемъ небулярной гипотезы или гипотезы первичной туманности.

Вопросъ о томъ, можно ли считать небулярную гипотезу доказаннымъ выводомъ науки, рѣшается различно. Есть

много фактовъ, подтверждающихъ ее, каковы внутренняя теплота земли и обращеніе и вращеніе всѣхъ планетъ въ одномъ направленіи. Но осторожные и консервативные умы потребуютъ дальнѣйшихъ доказательствъ, прежде чѣмъ согласятся считать эту теорію совершенно установленной. Если мы даже признаемъ ее, останется открытымъ вопросъ: какъ образовалась сама туманность и какъ она начала сокращаться? Это ведетъ насъ къ тому предѣлу, гдѣ наука можетъ только ставить вопросы, но не отвѣчать на нихъ.

### III

## Земля.

Такъ какъ тотъ шаръ, на которомъ мы живемъ, есть одна изъ планетъ, то онъ, и помимо другихъ основаній, по которымъ можетъ обратить на себя наше вниманіе, долженъ занять въ астрономіи мѣсто между небесными тѣлами. Незначительный въ сравненіи съ громадными тѣлами вселенной или даже въ сравненіи съ четырьмя большими планетами нашей системы, этотъ шаръ является наибольшимъ въ своей группѣ. О той роли, которую онъ играетъ, какъ жилище человѣка, намъ незачѣмъ говорить.

Что такое земля? Въ самыхъ общихъ чертахъ мы можемъ опредѣлить ее, какъ шаръ около тринадцати тысячъ километровъ въ поперечникѣ, въ которомъ частички вещества связаны взаимнымъ тяготѣніемъ. Всѣмъ извѣстно, что форма его не строго правильна, но что онъ немного шире у экватора. Задача опредѣленія его точной формы и размѣровъ оказывается чрезвычайно трудной и мы не можемъ сказать пока, что уже добились совершенно удовлетворительнаго результата. Трудность эта довольно понятна. Невозможно мѣрять разстоянія черезъ океаны. Измѣренія по необходимости должны быть ограничены тѣми островами, которые видны съ береговъ континента или одинъ съ другого. Разумѣется, измѣренія не могутъ захватить также полюсовъ. Размѣры и форма земли должны быть, поэтому, опредѣлены изъ измѣреній поперекъ материковъ или вдоль ихъ. Въ виду важности этой работы, главные націи время отъ времени дѣлають ее. Совсѣмъ недавно «Береговая и Геодезическая Съемка» С. А. Соединенныхъ Штатовъ закончила измѣреніе цѣпи треугольниковъ, идущей отъ Атлантическаго

океана до Тихаго. Англичане дѣлають время отъ времени такія измѣренія въ Африкѣ, а русскіе и германцы на своихъ территоріяхъ. Почти всѣ эти измѣренія теперь объединяются въ работѣ, ведущейся Международнымъ Геодезическимъ Союзомъ, членами котораго состоятъ представители геодезіи въ важнѣйшихъ государствахъ.

Послѣдніе выводы по этой части можно выразить слѣдующимъ образомъ. Прежде всего мы замѣтимъ, что подъ фигурой земли геодезисты разумѣють не фигуру континентовъ, а ту форму поверхности океана, какую онъ имѣлъ бы, еслибы отъ него шли каналы черезъ всѣ материки. При такомъ опредѣленіи фигура земли оказывается близкой къ эллипсоиду вращенія, меньшій діаметръ котораго идетъ черезъ полюсы и который имѣеть приблизительно слѣдующіе размѣры:

полярный діаметръ	12 713·0	километровъ,
экваторіальный	12 756·5	»

Отсюда видно, что экваторіальный діаметръ земли на сорокъ три километра больше полярнаго.

### Внутренность земли.

Все, что мы знаемъ относительно земли по непосредственному наблюденію, ограничено почти исключительно ея поверхностью. Наибольшая глубина, какой когда-либо могъ достигнуть человѣкъ, въ сравненіи съ размѣрами всей земли составляетъ не больше, чѣмъ толщина кожицы яблока въ сравненіи съ самимъ яблокомъ.

Я обращаю вниманіе читателя прежде всего на нѣкоторые факты относительно вѣса, давленія и тяжести на землѣ. Возьмемъ кубическій футъ земли изъ ея внѣшней поверхности. Этотъ лежащій на верху кубическій футъ давитъ на свое дно своимъ вѣсомъ, приблизительно около шестидесяти килограммовъ. Слѣдующій кубическій футъ подъ нимъ вѣситъ столько же и потому давитъ на свое дно съ силой, равной его собственному вѣсу съ прибавкой вѣса лежащаго на немъ перваго куба. По мѣрѣ опусканія внизъ это давленіе будетъ постепенно увеличиваться. Каждый квадратный футъ внутри земли подверженъ давленію, равному вѣсу столба земли въ одинъ квадратный футъ въ сѣченіи, идущаго

до поверхности. Немного метровъ подъ поверхностью земли это давленіе будетъ измѣряться сотнями килограммовъ; на глубинѣ километра оно будетъ составлять, вѣроятно, около пятнадцати—двадцати метрическихъ тоннъ (м. тонна=1000 килограмм., около 60 пудовъ), на глубинѣ ста километровъ—тысячи тоннъ, постепенно увеличиваясь съ приближеніемъ къ центру. Подъ этимъ громаднымъ давленіемъ вещество, составляющее внутреннюю часть земли, сжато до плотности металла. Однимъ способомъ, который мы опишемъ ниже, опредѣлено, что средняя плотность земли въ пять съ половиной разъ больше плотности воды, тогда какъ ея плотность на поверхности только въ два или три раза больше, чѣмъ плотность воды.

Одно изъ самыхъ замѣчательныхъ явленій на землѣ представляетъ постепенное повышение температуры въ глубокихъ шахтахъ съ удаленіемъ отъ поверхности. Быстрота этого повышения различна въ разныхъ широтахъ и странахъ. Въ среднемъ вообще выходитъ около  $1^{\circ}$  С. на каждые 30 метровъ.

Прежде всего возникаетъ вопросъ: какъ далеко по направленію къ центру земли идетъ это повышение температуры? Самое большее, что мы можемъ сказать, это то, что оно не можетъ быть чисто поверхностнымъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ внѣшнія части давно остыли бы и мы не имѣли бы значительнаго повышения при опусканіи внизъ. Тотъ фактъ, что тепло удерживалось въ теченіе всего существованія земли, показываетъ, что къ центру оно должно быть чрезвычайно велико и что возрастаніе температуры должно идти на много километровъ внутрь съ такой же быстротой, съ какой оно идетъ у поверхности земли.

При указанномъ распредѣленіи температуры вещество земли должно находиться въ состояніи краснаго каленія на глубинѣ двадцати—двадцати пяти километровъ, а на глубинѣ двухсотъ—трехсотъ километровъ это тепло должно было бы расплавить всѣ матеріалы, изъ которыхъ состоитъ земная кора. Этотъ фактъ привелъ геологовъ къ мысли, что нашъ шаръ въ дѣйствительности есть жидкая масса, какъ масса расплавленнаго желѣза, покрытая холодной корой въ нѣсколько километровъ толщины, на которой мы живемъ. Существованіе вулкановъ и землетрясеній давали этому

взгляду извѣстный вѣсъ; на то же указывали и другія геологическія свидѣтельства, говоряція объ измѣненіяхъ въ поверхности земли, которыя, повидимому, происходили отъ того, что ея внутренность жидкая.

Но въ послѣднее время астрономъ и физикъ собрали указанія, убѣдительныя, насколько только могутъ быть убѣдительными такія указанія, что земля тверда отъ центра до поверхности и даже тверже, чѣмъ была бы такая же масса стали. Это мнѣніе было впервые подробно разобрано лордомъ Кельвиномъ (Kelvin), который показалъ, что, будь земля жидкой и покрыта корой, дѣйствіе луны не производило бы приливовъ и отливовъ океана, а просто стремилось бы вытянуть всю землю въ направленіи къ лунѣ, оставляя относительныя положенія коры и воды неизмѣнными.

Не менѣе убѣдительнымъ является и любопытное явленіе, извѣстное теперь подъ именемъ измѣненія широтъ на поверхности земли. Не только шаръ съ мягкой серединой, но даже и шаръ, который не превосходилъ бы по твердости стальной, не могъ бы вращаться такъ, какъ вращается земля.

И такъ, какъ же намъ согласовать громадную внутреннюю температуру и твердость? Повидимому, возможно только одно рѣшеніе: вещество внутри земли удерживается въ твердомъ состояніи, благодаря громадному давленію. Дознано опытомъ, что, если нагрѣть массы вещества, подобнаго каменнымъ породамъ, до температуры плавленія и затѣмъ подвергнуть ихъ высокому давленію, то давленіе заставитъ ихъ снова отвердѣть. Значитъ, намъ достаточно при повышеніи температура только повышать давленіе—и вещество останется твердымъ. Такимъ образомъ при опусканіи внизъ возростаніе давленія болѣе, чѣмъ уравниваетъ дѣйствіе повышенія температуры, и тѣмъ удерживаетъ всю массу въ твердомъ состояніи.

### **Притяженіе и плотность земли.**

Другимъ интереснымъ вопросомъ относительно земли является вопросъ о ея плотности или удѣльномъ вѣсѣ. Всѣ мы знаемъ, что кусокъ свинца тяжелѣе такого же по объему куска желѣза, а послѣдній тяжелѣе такого же куска дерева. Есть ли какой-нибудь способъ опредѣлить, сколько

вѣсить кубическій футъ или кубическій метръ земли, взятый съ большой глубины? Если есть, то мы можемъ найти дѣйствительный вѣсъ всей земли. Рѣшеніе этого вопроса связано съ опредѣленіемъ силы тяготѣнія вещества.

Всякому ребенку тяготѣніе извѣстно съ того времени, какъ онъ начинаетъ ходить, но и глубочайшему философу ничего неизвѣстно о его причинѣ; и наука ничего не открыла относительно него за исключеніемъ немногихъ общихъ фактовъ. Наболѣе важный и общій изъ этихъ фактовъ, въ которомъ, можно сказать, и состоитъ весь этотъ вопросъ, есть Ньютонова теорія тяготѣнія. Согласно этой теоріи, та таинственная сила, вслѣдствіе которой всѣ тѣла на поверхности земли стремятся падать къ ея центру, находится не просто въ центрѣ земли, но обусловлена притяженіемъ, производимымъ каждой частичкою вещества, составляющаго земной шаръ. Такъ ли это на самомъ дѣлѣ, долгое время оставалось открытымъ вопросомъ. Даже такой великій философъ и физикъ, какъ Гюйгенсъ (Huyghens), думалъ, что эта сила находится только въ центрѣ земли, а не въ каждой частичкѣ, какъ предполагалъ Ньютонъ. Но послѣдній распространилъ свою теорію еще дальше, показавъ, что каждая частичка вещества во вселенной, насколько мы можемъ охватить ее, притягиваетъ всякую другую частичку съ силою, уменьшающейся пропорціонально возрастанію квадрата ея разстоянія. Это означаетъ, что на двойномъ разстояніи притяженіе дѣлается вчетверо меньше, на тройномъ въ девять разъ, на четверномъ въ шестнадцать разъ менѣе и т. д.

Отсюда слѣдуетъ, что всѣ предметы вокругъ насъ обладаютъ собственной притягательной силой. Возникаетъ вопросъ, нельзя ли обнаружить эту силу опытомъ и измѣрить ея величину. Математическая теорія показываетъ, что шары должны притягивать небольшія тѣла, находящіяся на ихъ поверхности, съ силою пропорціональной діаметрамъ шаровъ. Шаръ съ поперечникомъ въ одинъ метръ и того же удѣльнаго вѣса, что и земля, долженъ обладать силою притяженія въ тринадцать милліоновъ разъ меньше земного шара.

Въ послѣднее время нѣсколько физиковъ сумѣли измѣрить притяженіе свинцовыхъ шаровъ діаметромъ около 30 см. Это измѣреніе принадлежитъ къ самымъ тонкимъ и труднымъ

какія только когда-либо дѣлались, и точность, которая, по-видимому, была достигнута, показалась бы невѣроятной еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ. Употребляющійся для этого приборъ по существу въ высшей степени простъ. Очень легкій горизонтальный стержень подвѣшенъ въ центрѣ на ниткѣ изъ самаго тонкаго и гибкаго вещества, какое только можно получить. Этотъ стержень имѣетъ на каждомъ концѣ небольшой шарикъ. Притяженіе этихъ двухъ шариковъ свинцовыми шарами и измѣряется. Послѣдніе помѣщены такъ, что ихъ притяженія дѣйствуютъ одинаково, заставляя стержень слегка поворачиваться въ горизонтальной плоскости. Чтобы уяснить трудность такого опыта, мы должны сказать, что это притяженіе не достигаетъ даже одной десяти-милліонной доли вѣса маленькихъ шаровъ. Трудно найти что-нибудь такое легкое, чтобы вѣсъ его не превосходилъ этой силы. Въ сравненіи съ нею вѣсъ мухи представлялъ бы то же, что вѣсъ быка въ сравненіи съ вѣсомъ дозы лѣкарства. Не только вѣсъ комара, но даже вѣсъ его самой тонкой ножки былъ бы больше измѣряемой величины. Еслибы помѣстить комара подъ микроскопомъ, то опытный экспериментаторъ могъ бы отрѣзать кусочекъ его ножки, вѣсъ котораго можно было бы сравнить съ измѣряемой силой.

Тѣмъ не менѣе опредѣленіе этой силы было произведено съ такой точностью, что результаты двухъ послѣднихъ изслѣдователей не отличаются одинъ отъ другого даже на тысячную долю. Эти изслѣдователи были проф. Бойсъ (Boys) въ Оксфордѣ и Браунъ (C. Braun) въ Мариенштадтѣ (Богемія). Они независимо работали надъ этой задачей, встрѣчая и побѣждая одно за другимъ безчисленныя затрудненія, достигая большей и большей точности своихъ приборовъ, и наконецъ почти одновременно опубликовали свои результаты, одинъ въ Англии, другой въ Австріи. Выводъ изъ ихъ опытовъ тотъ, что средняя плотность земли въ пять съ половиною разъ съ небольшимъ больше плотности воды. Это немного меньше плотности желѣза, но значительно больше плотности обыкновеннаго камня. Такъ какъ средняя плотность веществъ, входящихъ въ составъ земной коры, лишь немного превосходитъ половину этой величины, то отсюда слѣдуетъ, что вблизи центра вещество, изъ котораго со-

стоитъ земля, должно быть сжато до плотности, далеко превосходящей не только плотность желѣза, но, вѣроятно, даже и плотность свинца.

Притяженіе горъ извѣстно болѣе, чѣмъ сто лѣтъ. Оно было обнаружено впервые Маскелліномъ (Maskelyne) около 1775 г. для горы Шехаліонъ въ Шотландіи. Во всѣхъ горныхъ странахъ, гдѣ дѣлаются очень точныя съемки, дѣйствіе притяженія горъ на линію отвѣса было очень замѣтно.

### Измѣненія широты.

Намъ извѣстно, что земля вращается вокругъ оси, проходящей черезъ ея центръ и пересѣкающей ея поверхность въ двухъ полюсахъ. Вообразимъ, что мы стоимъ на самомъ земномъ полюсѣ съ укрѣпленнымъ въ землѣ флагштокомъ; въ такомъ случаѣ вращеніе земли должно поворачивать насъ вокругъ флагштока одинъ разъ въ каждые двадцать четыре часа. Мы могли бы замѣтить это движеніе по тому, что солнце и звѣзды въ силу суточного движенія казались бы намъ движущимися въ обратномъ направленіи по горизонтальнымъ кругамъ. И вотъ, великое открытіе измѣненія широтъ состоитъ въ слѣдующемъ: точка, въ которой ось вращенія пересѣкаетъ поверхность земли, не постоянна, но движется по нѣскольکو измѣняющейся и неправильной кривой линіи, которая вся можетъ умѣститься внутри круга около двадцати метровъ въ діаметрѣ. Значитъ, еслибы мы, стоя на сѣверномъ полюсѣ, стали отмѣчать его положеніе день за днемъ, то мы бы нашли, что онъ передвигается на три, пять или десять сантиметровъ каждый день, описывая съ теченіемъ времени кривую линію вокругъ одной центральной точки, къ которой онъ то приближается, то удаляется. Онъ совершалъ бы такимъ неправильнымъ образомъ полное обращеніе приблизительно въ четырнадцать мѣсяцевъ.

Но, вѣдь, мы никогда не были на полюсѣ и можно, пожалуй, спросить, откуда это извѣстно? На это можно отвѣтить, что при помощи астрономическихъ наблюдений мы можемъ всякую ночь точно опредѣлить уголъ между отвѣсной линіей въ томъ мѣстѣ, гдѣ мы находимся, и осью, вокругъ которой вращается земля именно въ этотъ день. Въ 1900 г. Международный Геодезическій Союзъ устроилъ

пять станцій для производства такихъ наблюдений. Одна изъ этихъ станцій лежитъ близъ Гэтерсборга (Америка), другая на берегу Тихаго Океана (Америка), третья въ Японіи, четвертая въ Италиі, а пятая въ Чарджуѣ (Русскій Туркестанъ); до устройства этихъ станцій наблюденія такого же рода производились въ разныхъ частяхъ Европы и Америки.

То измѣненіе, которое мы описали, было первоначально открыто Кюстнеромъ (Küstner) въ Берлинѣ, а затѣмъ изслѣдовано Чэндлеромъ (Chandler) въ Кэмбриджѣ (Америка) въ 1890 году при помощи огромной массы астрономическихъ наблюдений, произведенныхъ для другихъ цѣлей. Съ тѣхъ поръ это изслѣдованіе продолжалось, чтобы точно опредѣлить видъ упомянутой кривой. Насколько можно судить въ настоящее время, это измѣненіе въ иные годы значительно больше, чѣмъ въ другіе; такъ, оно было очень значительно въ 1891 г. и очень мало въ 1894. Повидимому, въ ряду каждыхъ семи лѣтъ бываетъ одинъ годъ, въ который полюсъ описываетъ большую часть сравнительно широкаго круга, а три или четыре года спустя въ продолженіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ онъ только чуть-чуть отходитъ отъ своего средняго положенія.

Еслибы земля состояла изъ жидкости или даже изъ такого вещества, которое гнулось хотя бы въ такой степени, какъ самая твердая сталь, то подобное движеніе оси было бы невозможно. Такимъ образомъ, въ общемъ земной шаръ долженъ быть тверже стали.

### Атмосфера.

Астрономически, равно какъ и физически, атмосфера является одной изъ важнѣйшихъ частей оболочки земли. Необходимая для нашей жизни, она, однако, представляетъ одну изъ наибольшихъ помѣхъ, съ какими приходится встрѣчаться астроному. Она поглощаетъ болѣе или менѣе значительную часть всякаго свѣта, проходящаго черезъ нее; такимъ образомъ она измѣняетъ слегка цвѣта всѣхъ небесныхъ объектовъ и дѣлаетъ ихъ нѣсколько туманными даже и при самомъ ясномъ небѣ. Она также преломляетъ проходящій черезъ нее свѣтъ, заставляя его идти по слегка изогнутой линіи, обращенной вогнутостью къ землѣ. вмѣсто

той прямой линіи, по которой онъ долженъ былъ бы идти при отсутствіи атмосферы. Въ результатѣ получается, что звѣзды кажутся нѣсколько выше надъ горизонтомъ, чѣмъ онѣ есть на самомъ дѣлѣ. Свѣтъ, идущій отъ звѣзды, находящейся какъ разъ въ зенитѣ, не подвергается преломленію (рефракціи). Послѣднее возрастаетъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше свѣтило отъ зенита, но даже въ сорока пяти градусахъ отъ него преломленіе равно только одной минутѣ дуги—приблизительно наименьшая величина, какую можетъ еще замѣтить невооруженный глазъ. Чѣмъ ближе къ горизонту находится объектъ, тѣмъ быстрее растетъ рефракція; на двадцати восьми градусахъ надъ горизонтомъ она приблизительно вдвое больше, чѣмъ на сорока пяти градусахъ; на горизонтѣ она болѣе полуградуса, т. е. болѣе всего поперечника солнца или луны. Вслѣдствіе этого, когда солнце на восходѣ или заходѣ кажется намъ какъ разъ касающимся горизонта, на самомъ дѣлѣ оно все цѣликомъ находится подъ горизонтомъ. Мы видимъ его только вслѣдствіе преломленія его свѣта. Другимъ слѣдствіемъ быстрого возрастанія рефракціи вблизи горизонта является то, что солнце кажется глазу рѣзко сплюсненнымъ, а его вертикальный діаметръ короче горизонтальнаго. Это можетъ замѣтить всякій, кому случается видѣть заходъ солнца на морѣ. Происходитъ это отъ того, что лучи отъ нижняго края солнца преломляются больше, чѣмъ отъ верхняго.

Когда солнце опускается въ море, то въ ясномъ воздухѣ трошкось можно наблюдать великолѣпное явленіе, рѣдко наблюдаемое или даже никогда невидимое въ болѣе туманномъ воздухѣ нашихъ широтъ. Оно происходитъ отъ неодинаковаго преломленія свѣтовыхъ лучей атмосферой. Атмосфера, какъ и стеклянная призма, меньше всего преломляетъ красные лучи и послѣдовательно все больше преломляетъ желтые, зеленые, синіе и фіолетовые. Вслѣдствіе этого, при исчезаніи края солнца въ морѣ эти лучи послѣдовательно исчезаютъ изъ глазъ въ томъ же порядкѣ. За двѣ или три секунды до исчезновенія солнца небольшая часть его диска, остающаяся еще видимой, мѣняетъ цвѣтъ и быстро слабѣетъ. Ея окраска переходитъ въ зеленую или голубую и наконецъ послѣдній лучъ, какой мы видимъ, кажется вспышкой синяго или фіолетоваго цвѣта.

## Луна.

Лѣтъ сто тому назадъ въ Политехнической Школѣ (École Polytechnique) въ Парижѣ, еще и по нынѣшній день великой математической школѣ Франціи, былъ одинъ непопулярный профессоръ, который любилъ приводить въ смущеніе своихъ слушателей. Однажды онъ обратился къ одному изъ нихъ съ вопросомъ: Видѣли ли вы когда пибудь луну?—Нѣтъ, отвѣчалъ студентъ, подозрѣвая ловушку. Профессоръ былъ пораженъ.—Господа, сказалъ онъ, посмотрите на г. N., который признается, что онъ никогда не видѣлъ луны. Весь классъ засмѣялся.—Признаюсь, что я слышалъ разговоры о ней, сказалъ студентъ, но я никогда не видалъ ее.

Я буду считать, что мой читатель былъ наблюдательнѣе, чѣмъ этотъ студентъ по его собственному признанію, и что онъ не только видѣлъ луну, но знаетъ фазы, черезъ которыя она проходитъ, и знаетъ также, что она описываетъ въ теченіе мѣсяца кругъ около земли. Я полагаю, ему также извѣстно, что луна—шаръ, хотя простому глазу она кажется плоскимъ дискомъ. Шарообразность ея формы, впрочемъ, дѣлается совершенно очевидной, если посмотрѣть на нее въ маленькій телескопъ.

Различные методы и способы измѣренія всѣ сходятся на томъ, что луна находится въ среднемъ на разстояніи трехсотъ восьмидесяти пяти тысячъ километровъ отъ земли. Это разстояніе получается при помощи непосредственнаго измѣренія параллакса, какъ будетъ объяснено ниже, а также и вычисленіемъ того, какъ далеко должна находиться луна, чтобы, несясь въ пространствѣ, она могла описывать вокругъ земли орбиту въ то именно время, въ какое она

обходить ее. Орбита эта эллиптическая, такъ что дѣйствительное разстояніе луны отъ земли измѣняется. Иногда оно на двадцать—двадцать пять тысячъ километровъ меньше, иногда настолько же больше средняго.

Діаметръ луннаго шара нѣсколько больше четверти земнаго діаметра; точнѣе, онъ равенъ тремъ тысячамъ пятистамъ километрамъ. Самыя тщательныя измѣренія не указываютъ никакихъ отклоненій отъ шаровой формы, за исключеніемъ того, что его поверхность очень неправильна.

### Обращеніе и фазы луны.

Луна сопровождаетъ землю въ ея обращеніи около солнца. Сочетаніе этихъ движеній можетъ показаться кому-нибудь нѣсколько запутаннымъ; но дѣйствительной трудности здѣсь нѣтъ. Вообразите себѣ стулъ по срединѣ быстро движущагося желѣзнодорожнаго вагона и лицо пассажира, который ходилъ бы кругомъ него на разстояніи одного метра. Онъ можетъ ходить и ходить вокругъ, такъ что его разстояніе отъ стула будетъ оставаться тѣмъ же самымъ, и движеніе вагона нисколько не будетъ мѣшать этому. Такъ земля движется впередъ по своей орбитѣ, а луна безостановочно обращается около нея, оставаясь приблизительно на одномъ и томъ же разстояніи отъ нея.

Дѣйствительное время обращенія луны около земли равно двадцати семи суткамъ восьми часамъ, а время отъ одного новолунія до слѣдующаго составляетъ двадцать девять сутокъ тринадцать часовъ. Эта разниця происходитъ отъ движенія земли вокругъ солнца, или, что сводится къ тому же, видимаго движенія солнца по эклиптикѣ. Пусть АС (рис. 19) будетъ небольшая часть земной орбиты. Пусть въ извѣстный моментъ земля находится въ точкѣ Е, а луна въ точкѣ М между землею и солнцемъ. Черезъ двадцать семь сутокъ восемь часовъ земля передвинется изъ Е въ F. Пока земля будетъ проходить это пространство, луна, двигаясь по своей орбитѣ въ направленіи стрѣлокъ достигнетъ точки N. Въ тотъ моментъ, когда линіи EM и FN станутъ параллельными другъ другу, луна закончитъ полный оборотъ и будетъ казаться на томъ же самомъ мѣстѣ между звѣздами, что и въ началѣ. Но солнце теперь находится въ направле-

нии FS. Поэтому луна должна двигаться еще дальше до соединения съ солнцемъ. Это требуетъ немного болѣе двухъ сутокъ и такимъ образомъ весь періодъ между двумя ново-

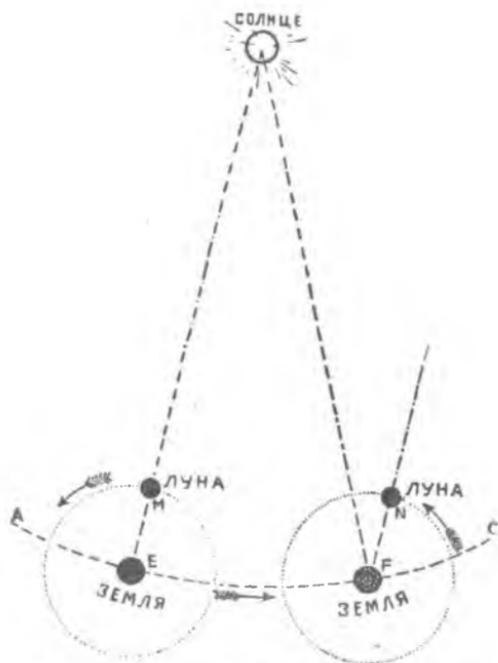


Рис. 19. Обращеніе луны вокругъ земли.

луниями составляетъ двадцать девять съ половиною сутокъ.

Измѣненія фазъ луны зависятъ отъ ея положенія относительно солнца. Такъ какъ она представляетъ собой тѣло непрозрачное и не испускаетъ собственнаго свѣта, то мы видимъ ее лишь, поскольку она освѣщена солнцемъ. Когда она находится между нами и солнцемъ, къ намъ обращена ея темная половина и она совершенно невидима. Время этого положенія въ календаряхъ называется новолуніемъ, но обыкновенно мы не можемъ видѣть луны приблизительно еще двое сутокъ послѣ этого момента, такъ какъ она теряется въ яркой вечерней зарѣ. На второй и третій день, однако, мы видимъ небольшую часть ея освѣщеннаго шара въ знакомой всѣмъ формѣ тонкаго серпа. Этотъ серпъ мы и называемъ обыкновенно новой (или молодой) луной или ново-

луніемъ, хотя время, данное для новолунія въ календарѣ, приходится нѣсколько раньше.

Въ это время и въ продолженіе еще нѣсколькихъ дней при ясномъ небѣ мы можемъ видѣть всю поверхность луны,— ея болѣе темная часть свѣтитъ слабымъ сѣрымъ свѣтомъ. Этотъ свѣтъ отражается къ лунѣ отъ земли. Обитатель луны, еслибы такой существовалъ, видѣлъ бы въ это время землю въ видѣ полного диска, гораздо большаго, чѣмъ тотъ, какимъ намъ кажется луна. По мѣрѣ движенія луны въ ея орбитѣ день за днемъ этотъ свѣтъ уменьшается и около времени первой четверти исчезаетъ для нашихъ глазъ, вслѣдствіе яркости освѣщенной части луны.

Черезъ семь или восемь дней послѣ календарнаго времени новолунія луна приходитъ къ первой четверти. Теперь мы видимъ освѣщенной половину диска. Въ теченіе слѣдующей недѣли луна имѣетъ форму, которую называютъ горбушкой (*gibbous*). Въ концѣ второй недѣли луна находится какъ разъ противъ солнца и мы видимъ все ея полушаріе въ видѣ круглаго диска. Мы называемъ это полнолуніемъ. Въ остальной части движенія луны фазы идутъ въ обратномъ порядкѣ, какъ извѣстно намъ всѣмъ.

Всѣ указанныя явленія слишкомъ хорошо извѣстны, чтобы нуждаться въ описаніи; однако, въ одной книгѣ описывается звѣзда, которая будто бы была видна между рогами молодой луны, какъ будто между рогами нѣтъ ничего, что могло бы заслонить звѣзду. Вѣроятно, не одинъ поэтъ описывалъ также новую луну на восточномъ небѣ и вечернюю полную луну на западѣ.

### Поверхность луны.

Простымъ глазомъ видно, что на поверхности луны есть свѣтлыя и темныя мѣста. Ихъ сочетаніе иногда кажется смутно похожимъ на человѣческое лицо, особенно замѣтны носъ и глаза. Отсюда возникъ «человѣкъ на лунѣ». Даже и въ самый маленькій телескопъ можно увидѣть безконечное разнообразіе деталей поверхности; и чѣмъ сильнѣе телескопъ, тѣмъ больше видно этихъ деталей. Первое, что бросится въ глаза при разсматриваніи въ телескопъ, будутъ возвышенія или горы, какъ ихъ обыкновенно называютъ. Лучше

всего ихъ видно около первой четверти, такъ какъ тогда видны ихъ тѣни. При полнолунии ихъ нельзя различать такъ хорошо, ибо тогда мы смотримъ прямо внизъ и видимъ



Рис. 20. Горы на поверхности луны.

все въ полномъ освѣщеніи. Хотя эти возвышенія и пониженія называются горами, но по формѣ они отличаются отъ обыкновенныхъ земныхъ горъ. Однако, между ними и кратерами нашихъ большихъ вулкановъ замѣчается почти полное сходство. Очень обычна форма круглаго вала съ диаметромъ въ одинъ или нѣсколько километровъ, а вышиною, пожалуй, въ сотни метровъ. Внутренняя часть имѣеть фор-

му чашки и большая часть ея поверхности плоска. Въ первой четверти можно видѣть тѣнь этого вала, отбрасываемую на плоскую внутреннюю поверхность. Въ центрѣ часто бываетъ виденъ маленькій конусъ. Внутренняя поверхность, конечно, не совершенно плоска и гладка. Чѣмъ сильнѣе увеличеніе, тѣмъ больше видимъ мы деталей. Изъ чего именно онѣ состоятъ, сказать нельзя; это могутъ быть цѣлыя скалы, а могутъ быть и кучи отдѣльныхъ камней. Такъ какъ даже и въ самый сильный телескопъ мы не можемъ видѣть на лунѣ предметовъ меньше тридцати метровъ въ поперечникѣ, то мы не можемъ сказать въ точности, какова природа этихъ мельчайшихъ частей.

Первые наблюдатели въ телескопъ предполагали, что темныя части—моря, а свѣтлыя—материки. Это заключеніе было основано на томъ фактѣ, что темныя части казались болѣе гладкими, чѣмъ другія. Отсюда этимъ предполагаемымъ океанамъ были даны имена, какъ *Mare Procellarum*, Море Бурь, *Mare Serenitatis*, Море Затишья и т. д. Какъ ни фантастичны эти имена, ими и теперь еще пользуются для обозначенія обширныхъ темныхъ областей на лунѣ. Однако, уже очень незначительное усовершенствование телескопа показало, что мысль о томъ, будто эти темныя области—океаны, была заблужденіемъ. Всѣ они покрыты неровностями, показывающими, что ихъ поверхность твердая. Разница во внѣшнемъ видѣ происходитъ отъ того, что тѣ вещества, изъ которыхъ состоитъ лунная поверхность, имѣютъ болѣе свѣтлый или темный оттѣнокъ. Они распределены на поверхности луны очень любопытнымъ образомъ. Одной изъ самыхъ замѣчательныхъ особенностей являются длинныя свѣтлыя линіи, выходящія изъ нѣкоторыхъ точекъ на лунѣ. Телескопъ съ очень небольшимъ увеличеніемъ уже показываетъ наиболѣе замѣчательныя изъ нихъ, а хорошій глазъ можетъ замѣтить ихъ даже и безъ телескопа. Въ южной части видимаго полушарія луны находится большое пятно или область, извѣстная подъ именемъ Тихо, изъ которой выходитъ нѣсколько такихъ свѣтлыхъ полосокъ. Это имѣетъ такой видъ, какъ будто луна треснула и трещины заполнились расплавленнымъ бѣлымъ веществомъ.

Примемъ ли мы этотъ взглядъ или нѣтъ, но когда мы

разсматриваемъ лунную поверхность, невозможно отдѣлаться отъ мысли, что когда-то въ прежнія времена луна была мѣстомъ энергичной вулканической дѣятельности. Въ центрѣ всѣхъ большихъ круговыхъ горъ, которыя мы описывали, находятся, повидимому, кратеры бывшихъ вулкановъ. Сто лѣтъ тому назадъ В. Гершель предполагалъ даже, что на лунѣ есть и дѣйствующій вулканъ, но теперь извѣстно, что это явленіе есть не что иное, какъ отраженіе земного свѣта очень блестящимъ пятномъ на поверхности луны. Его легко видѣть около новолунія въ телескопъ среднихъ размѣровъ.

### **Есть ли на лунѣ воздухъ и вода?**

Однимъ изъ самыхъ важныхъ вопросовъ, связанныхъ съ луною, является вопросъ о томъ, есть ли на ея поверхности сколько-нибудь воздуха или воды. На это наука до настоящаго времени отвѣчаетъ отрицательно. Это, конечно, не значить, что на нашемъ спутникѣ нѣтъ абсолютно ни капли влаги или ни малѣйшаго слѣда атмосферы; мы можемъ только сказать, что если какая-нибудь атмосфера и окружаетъ луну, то она настолько рѣдка, что мы не въ состояніи найти никакихъ признаковъ ея присутствія. Еслибы луна имѣла такую оболочку во сто разъ менѣе плотную, чѣмъ атмосфера земли, то ея существованіе стало бы намъ извѣстно по преломленію свѣта отъ звѣздъ, видимыхъ у края луны. Но не было открыто ни малѣйшаго слѣда такого преломленія. Если на лунѣ есть жидкость въ родѣ воды, то она должна скрываться въ невидимыхъ ложбинахъ или находиться внутри луны. Еслибы въ экваторіальныхъ областяхъ были какія-нибудь значительныя водныя поверхности, то въ нихъ отражался бы свѣтъ солнца и ихъ такимъ образомъ можно было бы ясно видѣть. Кромѣ того вода испарялась бы и образовала бы болѣе или менѣе значительную атмосферу водяныхъ паровъ.

Все это, кажется, рѣшаетъ еще и другой важный вопросъ, именно вопросъ объ обитаемости луны. Жизнь въ той формѣ, въ которой она существуетъ на нашей землѣ, для своего поддержанія требуетъ по крайней мѣрѣ воды, а во всѣхъ своихъ высшихъ формахъ и воздуха. Мы едва ли

можемъ представить себѣ существо, созданное изъ одного песку или другого сухого вещества, изъ котораго состоитъ лунная поверхность. И еслибы мы вообразили, что на лунѣ гуляютъ животныя, намъ было бы трудно представить себѣ, что они могутъ ѣсть. Наше общее заключеніе должно сводиться къ тому, что на лунѣ нѣтъ жизни, подчиненной тѣмъ законамъ, какіе управляютъ жизнью на поверхности нашей земли.

Совершенное отсутствіе воды и воздуха создаетъ въ результатъ такія условія, подобныхъ которымъ на землѣ мы не имѣемъ. Насколько позволяютъ судить самыя внимательныя наблюденія, на ея поверхности никогда не бываетъ ни малѣйшихъ измѣненій. Камень, лежащій на поверхности земли, постоянно подвергается дѣйствию погоды и съ теченіемъ времени постепенно разсыпается или размывается дѣятельностью вѣтра и воды. Но на лунѣ нѣтъ «погоды» и на ея поверхности камень можетъ лежать, нетронутый какими бы то ни были внѣшними вліяніями, несчетные годы. Лунная поверхность разогрѣвается, когда надъ нею сіяетъ солнце, и остываетъ, когда солнце заходитъ. Но кромѣ этихъ измѣненій температуры на всей поверхности луны не происходитъ абсолютно ничего, поскольку мы можемъ видѣть. Міръ, въ которомъ не бываетъ погоды и въ которомъ никогда ничего не случается,—вотъ что такое луна.

### Вращеніе луны.

Вращеніе луны около ея оси инымъ кажется столь сложнымъ, что мы остановимся на этомъ. Всякій, кто тщательно разсматривалъ это свѣтило, знаетъ, что оно постоянно обращено къ намъ одной и той же стороною. Это показываетъ, что она вращается около своей оси въ то же время, въ которое она обращается вокругъ земли. Часто думаютъ, будто это показываетъ, что она вовсе не вращается, и по этому поводу было исписано много бумаги. Все затрудненіе происходитъ отъ того, что люди имѣютъ различныя представленія о движеніи. Въ физикѣ мы говоримъ, что тѣло не вращается, если палка, пропущенная сквозь него въ любомъ мѣстѣ, сохраняетъ одно и то же направленіе во время всего движенія тѣла. Предположимъ теперь,

что такая палка пронюшена сквозь луну; тогда, еслѣбы послѣдняя не вращалась около своей оси, палка сохранила бы одно и то же направление, и луна, обращающаяся вокругъ земли, въ различныхъ точкахъ своей орбиты имѣла бы положеніе, которое указано на рис. 21. Бѣглый взглядъ на этотъ рисунокъ покажетъ,

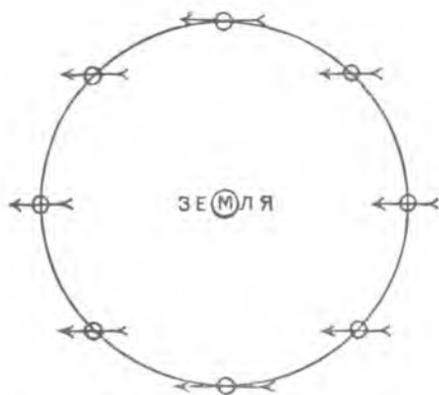


Рис. 21. Движеніе луны вокругъ земли, еслѣбы она не вращалась.

то при ея обращеніи вокругъ земли мы должны были бы послѣдовательно увидѣть всѣ части ея поверхности.

### Какъ луна производитъ приливы.

Всякій, кто жилъ на берегу океана, знаетъ, что въ океанѣ существуютъ повышенія и пониженія уровня воды, которыя въ среднемъ наступаютъ каждый день тремя четвертями часа позже, чѣмъ наканунѣ, и которыя происходятъ въ соотвѣтствіи съ видимымъ суточнымъ движеніемъ луны. Иначе говоря, если сегодня при извѣстномъ положеніи луны на небѣ имѣется высокій приливъ, то высокій же приливъ будетъ всякій разъ, когда луна будетъ, спустя дни, мѣсяцы и годы, находиться въ такомъ же положеніи или въ близкомъ къ нему. Всѣ мы слышали, что эти приливы производитъ луна своимъ притяженіемъ океана. Легко понять, что если луна находится надъ какой-нибудь областью, то ся притяженіе стремится поднять воды этой области; но въ высшей степени затруднительнымъ для всѣхъ несвѣдущихъ въ этой области является то обстоятельство, что въ день бываетъ два прилива и высокій приливъ происходитъ не только непосредственно подъ луною, но и на той сторонѣ земли, которая отвращена отъ луны. Объясняется это тѣмъ, что на самомъ дѣлѣ луна притягиваетъ самое землю, какъ и воду. Она постоянно притягиваетъ къ себѣ всю землю и все, что на ней находится. Обходя землю въ своемъ мѣсяч-

номъ движеніи, она такимъ образомъ постоянно смѣщаетъ землю. Еслибы она притягивала всѣ части земли, включая и океанъ, одинаково, то приливовъ не было бы, и все происходило бы на поверхности земли такъ, какъ будто этого притяженія вовсе нѣтъ. Но, такъ какъ притяженіе обратно пропорціонально квадрату разстоянія, то луна притягиваетъ тѣ части земли и океановъ, которыя къ ней ближе всего, больше, чѣмъ среднія, а тѣ, которыя всего дальше отъ нея, меньше, чѣмъ среднія.

Чтобы увидѣть дѣйствіе этихъ притяженій, обозначимъ чрезъ А, С и Н три точки земли, притягиваемыя луною.



Рис. 22. Поясненіе двухъ приливовъ въ сутки.

Такъ какъ луна притягиваетъ С больше А, то она стремится оттянуть С отъ А и увеличить разстояніе между А и С. Въ то же время, притягивая Н больше, чѣмъ А, она стремится увеличить разстояніе между А и Н. Еслибы вся земля была жидкая, то притяженіе луны вытянуло бы эту жидкость въ форму эллипсоида, котораго длинный поперечникъ былъ бы направленъ къ лунѣ. Но, тогда какъ сама земля въ силу своей твердости не можетъ быть вытянута въ эту форму, океанъ, какъ жидкій, вытягивается. Въ результатѣ мы получаемъ высокіе приливы на двухъ концахъ эллипсоида, въ который вытягивается океанъ, и низкую воду по срединѣ.

Полное объясненіе этого предмета требуетъ изложенія законовъ движенія, которое дать здѣсь невозможно. Я замѣчу, однако, что еслибы притяженіе луною земли происходило всегда въ одномъ и томъ же направленіи, то эти два тѣла были бы притянуты одно къ другому въ нѣсколько дней. Но вслѣдствіе обращенія луны вокругъ земли направленіе этого притяженія постоянно мѣняется, такъ что земля въ теченіе мѣсяца смѣщается притяженіемъ луны отъ

своего средняго положенія приблизительно только на пять тысячъ километровъ.

Можно было бы предполагать, что разъ луна производитъ приливы такимъ образомъ, мы всегда должны имѣть высокую воду, когда луна находится въ меридианѣ, и низкую, когда она на горизонтѣ. Но этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ по двумъ основаніямъ. Во-первыхъ, требуется время для того, чтобы луна вытянула воды въ форму эллипсоида; но разъ она уже сообщила имъ движеніе, необходимое для удержа-нія этой формы, то это движеніе сохраняется и послѣ того, какъ луна прошла меридианъ; совершенно такъ же и камень, выброшенный изъ руки, продолжаетъ подниматься или волна продолжаетъ распространяться вслѣдствіе инерціи воды. Другая причина лежитъ въ томъ, что это движеніе нарушается большими материками. Когда приливная волна, какъ ее называютъ, встрѣчаетъ материкъ, она распространяется въ томъ или другомъ направленіи соотвѣтственно очертанію береговъ и на переходъ отъ одной точки до другой можетъ потребоваться долгое время. Такъ возникаютъ всевозможныя неправильности въ приливахъ, которыя можно замѣтить, сравнивая приливы въ различныхъ мѣстахъ.

Солнце, какъ и луна, тоже производитъ приливы, но въ меньшей степени. Во времена новолуній и полнолуній оба эти тѣла дѣйствуютъ въ одномъ направленіи и потому въ это время бываютъ наибольшіе приливы и отливы. Они знакомы всѣмъ обитателямъ береговъ океана (англичане ихъ называютъ *spring tides*). Около времени первой и послѣдней четверти притяженіе солнца противодѣйствуетъ притяженію луны и приливы и отливы бываютъ не такъ рѣзки (*neap tides*).

## Затменія луны.

Читателю, безъ сомнѣнія, извѣстно, что затменіе луны происходитъ отъ того, что это свѣтило входитъ въ тѣнь земли, а затменіе солнца производится луною, проходящею между нами и солнцемъ. Считая эти свѣдѣнія извѣстными, мы остановимся на болѣе интересныхъ особенностяхъ этихъ явленій и на законахъ ихъ повторяемости.

Прежде всего мы остановимся на вопросѣ, почему не бываетъ луннаго затменія при каждомъ полнолуніи,—вѣдь тѣнь земли всегда лежитъ какъ разъ противъ солнца? На это нужно отвѣтить, что луна обыкновенно проходитъ либо выше, либо ниже тѣни земли и такимъ образомъ не за-



Рис. 23. Луна въ земной тѣни.

тмевается. Это, въ свою очередь, обусловлено тѣмъ, что орбита луны нѣсколько наклонена (приблизительно на пять градусовъ) къ плоскости эклиптики, въ которой движется земля и въ которой всегда лежитъ центръ земной тѣни. Вообразимъ себѣ, какъ мы дѣлали это уже раньше, что эклиптика отмѣчена какъ-нибудь на небесной сферѣ, и предположимъ, что мы отмѣчаемъ также орбиту луны въ продолженіе ея мѣсячнаго оборота. Мы нашли бы такимъ образомъ, что орбита луны пересѣкаетъ нуть солнца въ двухъ

противоположныхъ точкахъ подъ весьма незначительнымъ угломъ въ пять градусовъ. Эти точки пересѣченія называются *узлами*. Въ одномъ узлѣ луна переходитъ изъ нижней или южной части въ сѣверную. Эта точка называется *восходящимъ узломъ*. Въ другой луна проходитъ съ сѣвера на югъ отъ эклиптики. Эта точка называется *нисходящимъ узломъ*. Термины восходящій и нисходящій прилагаются къ узламъ, такъ какъ намъ (въ сѣверномъ полушаріи) часть неба, расположенная къ сѣверу отъ эклиптики и экватора, кажется выше южной.

Въ точкахъ посрединѣ между узлами центръ луны приходится надъ эклиптикой приблизительно на одну двѣнадцатую ея разстоянія отъ насъ, т. е. приблизительно на тридцать тысячъ километровъ. Такъ какъ солнце больше земли, то тѣнь земли должна имѣть форму сходящагося конуса и, чѣмъ дальше отъ земли, тѣмъ поперечникъ ея меньше. На разстояніи луны ея діаметръ составляетъ около трехъ четвертей поперечника земли, т. е. около девяти тысячъ километровъ. Такъ какъ центръ тѣни всегда лежитъ въ плоскости эклиптики, то границы тѣни идутъ приблизительно на пять тысячъ километровъ выше и ниже этой плоскости. Поэтому луна проходитъ черезъ нее только тогда, когда она находится вблизи узловъ.

### Періоды затменій.

Линія, соединяющая солнце и землю, конечно, поворачивается по мѣрѣ движенія земли около солнца. Поэтому она пересѣкаетъ лунные узлы два раза въ годъ. Иными словами, если мы предположимъ, что узлы отмѣчены на небѣ, восходящій въ одной точкѣ и нисходящій въ прямо противоположной, то солнце будетъ казаться намъ проходящимъ въ теченіе года черезъ каждую изъ этихъ точекъ. Когда солнце будетъ проходить черезъ одинъ изъ узловъ, тѣнь земли будетъ проходить черезъ другой. Только вблизи этихъ двухъ моментовъ въ году можетъ происходить затменіе солнца или луны. Мы поэтому можемъ назвать эти эпохи періодами затменій. Обыкновенно они длятся около мѣсяца; иначе говоря, обыкновенно проходитъ около мѣсяца отъ того времени, когда солнце подходитъ къ одному изъ узловъ до

статочно близко, чтобы затмение могло имѣть мѣсто, до того времени, когда оно уходитъ уже слишкомъ далеко. Въ 1901 году этими періодами были май и ноябрь.

Еслибы лунные узлы оставались на одномъ и томъ же мѣстѣ на небѣ, то затменія происходили бы только въ эти два мѣсяца. Но вслѣдствіе притяженія солнцемъ земли и луны положеніе узловъ постоянно измѣняется въ направленіи, обратномъ движенію этихъ двухъ тѣлъ. Каждый узелъ совершаетъ полный оборотъ вокругъ небесной сферы въ восемнадцать лѣтъ семь мѣсяцевъ. Значить, въ это же самое время періоды затменій должны пройти черезъ весь годъ. Въ среднемъ они наступаютъ каждый годъ приблизительно девятнадцатью днями раньше, чѣмъ въ предшествующемъ году. Такимъ образомъ выходитъ, что въ 1903 году одинъ изъ этихъ періодовъ падаетъ на мартъ-апрѣль, а другой на сентябрь-октябрь. Такъ измѣненіе будетъ идти, пока въ 1910 г. тотъ періодъ, который въ 1901 г. падалъ на май, не перейдетъ на ноябрь, а ноябрьскій на май; каждый изъ нихъ пройдетъ черезъ всѣ промежуточные мѣсяцы и они помѣняются мѣстами. Къ 1919 г. каждый періодъ совершитъ полный оборотъ черезъ всѣ мѣсяцы года.

Представимъ себѣ, что мы смотримъ съ луны на солнце и землю въ то время, когда луна должна вступить въ тѣнь земли. Земля, кажущаяся гораздо больше солнца, будетъ приближаться къ нему и наконецъ начнетъ захватывать его дискъ и отнимать часть его свѣта. Область, въ предѣлахъ которой это будетъ имѣть мѣсто, называется *полутѣнью*. (На прилагаемомъ рисункѣ ей отвѣчаетъ штриховка внѣ кружка

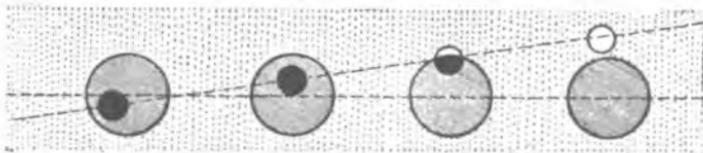


Рис. 24. Прохождение луны черезъ земную тѣнь.

тѣни). Пока луна будетъ находиться только въ этой области, обыкновенный наблюдатель не замѣтитъ никакого уменьшенія солнечнаго свѣта, хотя при помощи точныхъ фотометриче-

скихъ измѣреній это уменьшеніе можетъ быть открыто. Луна, какъ говорятъ, вступаетъ въ затменіе только тогда, когда она начинаетъ входить въ дѣйствительную тѣнь, гдѣ отнимается весь непосредственный свѣтъ солнца.

### Видъ луннаго затменія.

Если мы станемъ смотрѣть на луну передъ самымъ началомъ затменія, то мы замѣтимъ, какъ постепенно небольшая часть ея восточнаго края становится неясной и наконецъ исчезаетъ. По мѣрѣ движенія луны по ея орбитѣ, все большая и большая часть ея поверхности будетъ исчезать изъ глазъ, входя въ тѣнь. Однако, вглядываясь очень внимательно, мы увидимъ, что часть, вошедшая въ тѣнь, не исчезла совершенно, но свѣтитъ очень слабымъ свѣтомъ. Если весь дискъ луны входить въ тѣнь, затменіе называется полнымъ, если часть—частнымъ. Если затменіе полное, то свѣтъ, освѣщающій луну, будетъ виденъ ясно, такъ какъ яркій свѣтъ незатемненной части не мѣшаетъ. Свѣтъ этотъ имѣетъ темнокрасный оттѣнокъ и происходитъ отъ преломленія свѣта въ земной атмосферѣ, описаннаго въ одной изъ предыдущихъ главъ. Вслѣдствіе него тѣ лучи солнца, которые, такъ сказать, скользятъ по землѣ или проходятъ на близкомъ разстояніи отъ ея поверхности, преломленіемъ изгибаются и попадаютъ въ тѣнь. Такимъ образомъ они ослабляютъ тѣнь и попадаютъ на поверхность луны. Красный оттѣнокъ происходитъ отъ той же причины, по которой солнце кажется краснымъ на заходѣ, именно—огъ поглощенія зеленыхъ и синихъ лучей атмосферою, которая пропускаетъ красные лучи.

Каждый годъ бываетъ два или три лунныхъ затменія, изъ которыхъ, по крайней мѣрѣ, одно почти всегда полное. Но, конечно, затменіе будетъ видимо только въ томъ полушаріи земли, надъ которымъ луна свѣтитъ въ это время.

Для луннаго наблюдателя при нашемъ затменіи луны будетъ происходить затменіе солнца землею. Причина того явленія, которое мы описали, будетъ ему довольно ясна. Видимые размѣры земли для него гораздо больше, чѣмъ размѣры луны для насъ. Ея поперечникъ будетъ въ три—четыре раза больше поперечника солнца. Сначала, при при-

ближеніи къ солнцу это огромное тѣло было бы ему невидимо. Наблюдатель видѣлъ бы только уменьшеніе солнечнаго свѣта, отъ приближенія надвигающейся, но невидимой земли. Когда послѣдняя почти закроетъ солнце, весь ея контуръ станетъ виденъ ему въ видѣ краснаго пояска вокругъ диска; этотъ поясокъ производится преломленіемъ земной атмосферы. Наконецъ, когда исчезнетъ послѣдній слѣдъ самого солнца, то ничего не будетъ видно кромѣ этого кольца яркаго краснаго цвѣта съ чернымъ дискомъ по срединѣ, который ничѣмъ другимъ, впрочемъ, себя не обнаруживаетъ.

Обстоятельства луннаго затменія рѣзко отличаются отъ обстоятельствъ солнечнаго затменія, которыя будутъ описаны въ слѣдующей главѣ. Лунное затменіе всегда можно видѣть въ одинъ и тотъ же моментъ на всемъ полушаріи земли, надъ которымъ свѣтитъ луна. Любопытное явленіе получается, когда луна восходитъ совершенно затемненной. Мы можемъ видѣть ее тогда на горизонтѣ, скажемъ восточномъ, а солнце будетъ еще видимо на западномъ горизонтѣ. Этотъ кажущійся парадоксъ объясняется тѣмъ, что, на самомъ дѣлѣ, оба свѣтила находятся подъ горизонтомъ, но преломленіемъ поднимаются настолько, что мы можемъ видѣть ихъ одновременно.

## Солнечныя затменія.

Еслибы луна двигалась какъ разъ въ плоскости эклиптики, она проходила бы черезъ дискъ солнца при каждомъ новолуніи. Но вслѣдствіе наклона ея орбиты, описаннаго въ предыдущей главѣ, это въ дѣйствительности будетъ происходить только тогда, когда солнце будетъ находиться вблизи одного изъ лунныхъ узловъ. Когда это случается, мы можемъ, если только мы находимся на соотвѣтственномъ мѣстѣ земли, увидѣть солнечное затменіе.

Предполагая, что луна проходитъ черезъ солнце, мы прежде всего должны спросить, можетъ ли она совершенно

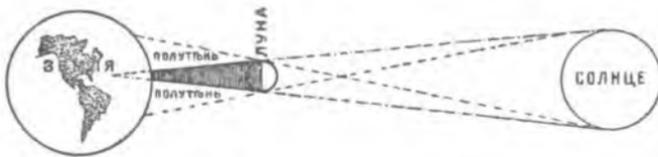


Рис. 25. Тѣнь луны, отбрасываемая на землю во время полного солнечнаго затменія.

скрыть солнце отъ нашихъ глазъ. Это зависитъ не отъ дѣйствительныхъ размѣровъ этихъ двухъ тѣлъ, а отъ видимыхъ. Мы знаемъ, что поперечникъ солнца приблизительно въ четыреста разъ больше поперечника луны. Но солнце также въ четыреста разъ дальше отъ насъ, чѣмъ луна. Любопытно замѣтить, что вслѣдствіе этого оба тѣла кажутся

нашимъ глазамъ приблизительно одинаковыхъ размѣровъ. Иногда луна кажется немного больше, а иногда солнце. Въ первомъ случаѣ луна можетъ закрыть солнце совершенно, во второмъ нѣтъ.

Важнымъ различіемъ между луннымъ и солнечнымъ затменіемъ является то, что первое имѣетъ всегда одинъ и тотъ же видъ вездѣ, гдѣ оно видимо, тогда какъ затменіе солнца находится въ зависимости отъ положенія наблюдателя на землѣ. Самыя интересныя затменія тѣ, въ которыхъ центръ луны проходитъ какъ разъ черезъ центръ солнца. Они называются *центральными затменіями*. Чтобы увидѣть такое затменіе наблюдатель долженъ помѣститься въ такомъ мѣстѣ, черезъ которое пройдетъ линія, соединяющая центры свѣтилъ. Тогда, если видимые размѣры луны больше размѣровъ солнца, луна скроетъ солнце отъ глазъ совершенно. Такое затменіе называется *полнымъ*.

Если же видимые размѣры солнца больше, чѣмъ луны, то въ моментъ центрального затменія кольцо его свѣта будетъ

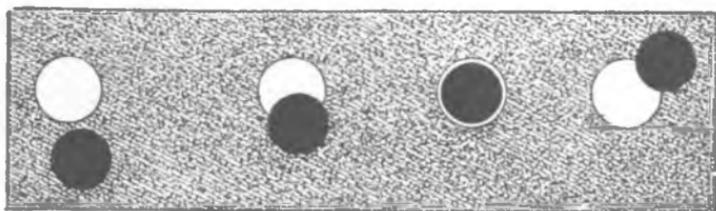


Рис. 26. Прохождение луны черезъ дискъ солнца во время кольцеобразнаго солнечнаго затменія.

окружать темный дискъ луны. Такое затменіе называется *кольцеобразнымъ*.

Линія центровъ этихъ двухъ тѣлъ перемѣщается по поверхности земли и ея путь можно отмѣтить на картѣ линіей. Такія карты, указывающія области и линіи затменій, публикуются въ астрономическихъ календаряхъ. Затменіе можетъ быть полнымъ или кольцеобразнымъ въ области на

нѣсколько верстъ къ сѣверу или югу отъ этой центральной линіи, ни въ какомъ случаѣ, однако, не дальше сотни—другой километровъ. Въѣ этихъ предѣловъ наблюдатель увидитъ только частное затменіе, т. е. такое, въ которомъ луна только отчасти закрываетъ солнце. Въ еще болѣе далекихъ областяхъ земли затменія не будетъ вовсе.

### Красота полнаго затменія.

Полное затменіе есть одно изъ самыхъ поразительныхъ зрѣлищъ, какія природа представляетъ взору человѣка. Чтобы видѣть его хорошо, слѣдуетъ помѣститься на возвышенности, дающей возможно далекій видъ на окружающую страну, особенно въ ту сторону, съ которой должна надвинуться тѣнь луны. Первое указаніе на что-то необыкновенное появляется не на землѣ или воздухѣ, а на дискѣ солнца. Въ предсказанный моментъ на западномъ краю контура солнца образуется маленькая ущербина. Она растетъ съ минуты на минуту, какъ бы постепенно пожирая видимое солнце. Неудивительно, что мало цивилизованные народы, видя это уменьшеніе великаго свѣтила, думали, будто его пожираетъ какой-то драконъ.

Въ теченіе нѣкотораго времени, пожалуй, около одного часа, можно будетъ видѣть только постепенное движеніе надвигающейся луны. Въ это время интересно стоять возлѣ дерева, сквозь листву котораго лучи солнца проходили бы до земли. Маленькія изображенія солнца, образующіяся тамъ и сямъ на землѣ, теперь будутъ имѣть форму закрытаго уже отчасти солнца. Вскорѣ они будутъ имѣть видъ молодой луны, только вмѣсто того, чтобы расти, этотъ серпъ будетъ каждую минуту дѣлаться все тоньше. Даже и тогда—такъ хорошо приспособляется глазъ къ уменьшенію свѣта—особенной темноты не будетъ замѣтно, пока серпъ не станетъ совсѣмъ тонкимъ. Если у наблюдателя есть телескопъ съ темнымъ стекломъ для наблюденія солнца, то ему теперь представляется превосходный случай увидѣть горы на лунѣ. Сплошной край солнца будетъ имѣть свой обыкновенный гладкій, круглый контуръ. Но внутри серпа, тотъ край, который образуется поверхностью луны, будетъ неровный и иззубренный.

Передь самымъ исчезновеніемъ серпа надвигающіяся горы на иззубренной поверхности луны дойдутъ до края солнца и отъ послѣдняго останется только рядъ отдѣльныхъ кусочковъ или свѣтлыхъ точекъ, сіяющихъ сквозь углубленія лунной поверхности. Это длится только одну или двѣ секунды и затѣмъ исчезаетъ.

Теперь видно все великолѣпіе этого зрѣлища. Небо ясно, солнце посреди неба—а солнца нѣтъ. Тамъ, гдѣ было солнце, въ воздухѣ какъ бы виситъ рѣзко-черный дискъ луны. Онъ окруженъ сіяніемъ, какое рисуютъ у святыхъ. Это—корона солнца, о которой мы упоминали въ главѣ о солнцѣ. Хотя достаточно яркое и для невооруженнаго глаза, это явленіе лучше всего наблюдать при помощи телескопа съ очень слабымъ увеличеніемъ. Достаточно даже обыкновеннаго бинокля. Въ телескопъ съ большимъ увеличеніемъ будетъ видна только часть короны и потому самый главный эффектъ пропадетъ. Обыкновенная подзорная трубка, увеличивающая въ десять или двѣнадцать разъ, въ смыслѣ эффекта лучше самаго большого телескопа. Такой инструментъ покажетъ не только самое корону, но и такъ называемыя протуберанцы—фантастическія облакообразныя формы розоваго цвѣта, поднимающіяся тамъ и сямъ какъ бы изъ самаго темнаго диска луны.

### Древнія затменія.

Хотя древнимъ было извѣстно явленіе затменій, а болѣе просвѣщенные изъ нихъ вполне понимали и ихъ причины и иногда даже законы ихъ повторяемости, но въ сочиненіяхъ древнихъ историковъ, къ удивленію, встрѣчается очень немного описаній этихъ явленій, которыя были бы основаны на дѣйствительномъ наблюденіи. Старыя китайскія хроники по временамъ упоминаютъ, что въ извѣстное время въ той или другой провинціи или вблизи какого-нибудь города имперіи случилось затменіе солнца. Но описанія подробностей не дается. Въ самое послѣднее время ассириологи дешифровали въ древнихъ таблицахъ указаніе на затменіе солнца, видѣнное въ Ниневіи 15 іюня 763 г. до Р. Х. Наши астрономическія таблицы показываютъ, что въ этотъ день дѣйствительно было солнечное затменіе и тѣнь луны прошла въ сотнѣ—другой

километровъ къ сѣверу отъ Ниневіи.

Быть можетъ, наиболѣе извѣстнымъ изъ древнихъ затмений, возбуждавшимъ самые ожесточенные споры, является затмение, прославленное подъ именемъ Фалесова. Въ исторію оно занесено главнымъ образомъ утверженіемъ Геродота, что во время битвы между лидійцами и мидянами день внезапно обратился въ ночь. Войска послѣ этого прекратили сраженіе и выказали больше готовности сойтись на мирныхъ условіяхъ другъ съ другомъ. Прибавляютъ, что Фалесъ, изъ Милета, предсказалъ іонійцамъ это превращеніе дня въ ночь и указалъ даже годъ, въ который оно должно было произойти. Наши астрономическія таблицы показываютъ, что въ 585 году до Р. Х. дѣйствительно имѣло мѣсто полное солнечное затмение; оно было достаточно близко ко времени битвы, чтобы на него можно было указать, но теперь извѣстно, что тѣнь луны не могла дойти до мѣста враждебныхъ дѣйствій раньше захода солнца. Поэтому существуютъ нѣкоторыя сомнѣнія относительно этого вопроса.

### Предсказаніе затмений.

Въ повторяемости затмений замѣчается любопытный законъ, который былъ извѣстенъ уже въ древности. Онъ основанъ на томъ обстоятельстве, что солнце и луна возвращаются приблизительно въ прежнее—относительно узла и перигея <sup>1)</sup> лунной орбиты—положеніе черезъ шесть тысячъ пятьсотъ восемьдесятъ пять сутокъ восемь часовъ или восемнадцать лѣтъ двѣнадцать сутокъ. Этотъ періодъ называется *Саросъ*. По истеченіи Сароса затменія всѣхъ видовъ повторяются. Напримѣръ, майское затменіе 1900 года можно считать повтореніемъ затмений 1846, 1864 и 1882 годовъ. Но при повтореніи такое затменіе невидимо въ прежней части земли вслѣдствіе того, что указанный періодъ содержитъ не круглое число сутокъ, а извѣстное число сутокъ и еще восемь часовъ. За эти восемь часовъ земля совершаетъ треть оборота около своей оси, что подводитъ подъ солнце другое ея мѣсто. Каждое затменіе видимо въ области, отстоящей на треть окружности земного шара или на 120°

<sup>1)</sup> ближайшее положеніе къ землѣ.

долготы къ западу отъ того мѣста, гдѣ оно было передъ тѣмъ. Только послѣ трехъ періодовъ явленіе повторяется вблизи того же мѣста. Но за это время движеніе луны измѣняется настолько, что ея тѣнь проходитъ дальше къ югу или сѣверу отъ прежняго мѣста.

Есть два ряда затмений, замѣчательныхъ большою продолжительностью полной фазы. Къ одному изъ нихъ принадлежало затменіе 1868 г., упоминаемое ниже. Такое затменіе повторилось въ 1886 и затѣмъ снова въ 1904 г. Къ несчастью, при первомъ повтореніи тѣнь проходила почти исключительно надъ Атлантическимъ и Тихимъ океанами, такъ что оно не было удобно для астрономическихъ наблюденій. Затменіе 9 сентября 1904 г. еще менѣе удобно для насъ, такъ какъ тѣнь проходитъ только по Тихому океану. Можетъ быть, однако, она коснется какого-нибудь острова, гдѣ можно дѣлать наблюденія. Повтореніе этого затмения 1 сентября 1922 г. будетъ видимо въ сѣверной Австраліи, гдѣ продолжительность полной фазы будетъ около четырехъ минутъ.

Къ другому еще болѣе замѣчательному ряду принадлежали затменія 7 мая 1883 г. и 11 мая 1901 г. При слѣдующихъ повтореніяхъ этого затмения продолжительность полной фазы будетъ удлиняться въ теченіе всего двадцатаго столѣтія. Въ 1937, 1955 и 1973 гг. она превзойдетъ 7 минутъ, такъ что въ отношеніи продолжительности наши преемники увидятъ болѣе замѣчательныя затменія, чѣмъ тѣ, какими наслаждались ихъ предки послѣдніе нѣсколько вѣковъ.

### Придатки солнца.

Около 1863—4 гг. началось приложеніе спектроскопа къ изслѣдованію небесныхъ свѣтилъ. Геггинсъ (Huggins) въ Лондонѣ былъ пионеромъ въ дѣлѣ наблюденія спектровъ звѣздъ и туманностей. Нѣсколько лѣтъ казалось, что этимъ путемъ не много можно будетъ узнать относительно солнца. Но настала 1868 годъ. 18 августа этого года наблюдалось замѣчательное полное затменіе солнца, видимое въ Индіи. Полоса тѣни имѣла около 250 километровъ въ ширину; продолжительность полной фазы была больше шести минутъ. Франція послала въ Индію одного изъ своихъ выдающихся спектроскопистовъ Жансана (Janssen) для того, чтобы наблюдать

это затменіе и посмотрѣть, чего можно добиться. Его отчетъ былъ поразителенъ. Красныя протуберанцы, два вѣка смущавшія ученыхъ, оказались громадными массами раскаленного водорода, поднимающимися тамъ и сямъ изъ различныхъ частей солнца и такихъ размѣровъ, что въ сравненіи ими земля была простымъ пятышкомъ; это было не все: Жансанъ продолжалъ видѣть эти объекты въ свой спектроскопъ и послѣ появленія солнца. Онъ слѣдилъ за ними и дальше, пока солнце вышывало больше и больше, и продолжалъ видѣть ихъ даже, когда затменіе кончилось: ихъ можно было наблюдать въ всякое время, когда воздухъ былъ достаточно чистъ, а солнце высоко на небѣ.

По удивительной случайности это самое открытіе было сдѣлано независимо въ Лондонѣ безъ всякаго затменія. Въ это время сталъ выдѣляться, какъ ревностный работникъ со спектроскопомъ, Н. Локьеръ (Lockyer). Ему и Геггинсу независимо другъ отъ друга пришла мысль, что вблизи солнца температура такъ высока, что всякое вещество, тамъ находящееся, вѣроятно, должно обратиться въ газъ, свѣтящійся собственнымъ свѣтомъ. Оба эти изслѣдователя стали пытаться увидѣть протуберанцы этимъ путемъ; но только 20 октября, два мѣсяца спустя послѣ индійскаго затменія, Локьеру удалось получить въ свои руки достаточно сильный инструментъ. Тогда-то, при первомъ удобномъ случаѣ, онъ дѣйствительно нашель, что можетъ видѣть протуберанцы внѣ затменія.

Въ то время сообщеніе съ Индіей было только почтовое, такъ что новости объ открытіи Жансана астрономы должны были ждать до прибытія судна. По странной случайности его докладъ и сообщеніе Локьера, извѣщавшее о его открытіи, попали на одно и то же засѣданіе французской академіи наукъ. Это знаменитое учрежденіе съ понятнымъ энтузіазмомъ рѣшило выбить медаль въ воспоминаніе этого новаго метода изслѣдованія, на которой профили Локьера и Жансана, какъ товарищей по открытію, стояли рядомъ. Съ того времени протуберанцы правильно наблюдаются день за днемъ въ различныхъ частяхъ свѣта астрономами, вооруженными спектроскопомъ.

Главнѣйшую красоту полнаго затменія составляетъ ко-

рона солнца. Истинная природа этого придатка солнца все еще сомнительна. И даже, пока фотографія не пришла на помощь астроному, ея строеніе было совершенно неизвѣстно. Наблюдатели описывали ее просто, какъ какое-то мягкое сіяніе вокругъ солнца; но когда ее стали фотографировать и тщательно изслѣдовать, то оказалось, что она имѣетъ радиальное строеніе, какъ бы изъ отдѣльныхъ волоконъ, которое читатель легко можетъ увидѣть на рисункѣ въ началѣ книги. Корона простирается дальше всего въ направленіи солнечнаго экватора, а меньше всего у полюсовъ. Лучи у самыхъ полюсовъ выходятъ изъ солнца прямо, но лучи по обѣ стороны отъ нихъ оказываются изогнутыми къ экватору, причемъ ближе къ экватору они теряются въ болѣе могучемъ излученіи, исходящемъ изъ области солнечныхъ пятенъ. Вблизи полюсовъ эти формы замѣчательно напоминаютъ тѣ, которыя принимаютъ желѣзныя опилки, если ихъ разсыпать на бумагѣ надъ магнитомъ. Поэтому возникаетъ вопросъ, нѣтъ ли здѣсь чего-нибудь вродѣ магнитной силы. Но въ области солнечнаго экватора эта аналогія нарушается. При описаніи солнца мы упоминали, что въ областяхъ большого количества пятенъ господствуетъ большая дѣятельность, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ. Повидимому, силы, выбрасывающія корону, также значительнѣе всего тамъ, гдѣ дѣятельность солнца всего напряженнѣе.

Въ настоящее время наиболѣе вѣроятнымъ представляется то, что корона состоитъ изъ вещества, выброшеннаго изъ солнца и удерживаемаго отъ паденія обратно отталкиваніемъ, которое производятъ лучи солнца; такимъ образомъ она имѣетъ нѣкоторое сходство съ кометнымъ хвостомъ.

Весьма важенъ вопросъ, свѣтитъ ли корона преимущественно отраженнымъ свѣтомъ или своимъ собственнымъ, обусловленнымъ той высокой температурой, которую она должна имѣть въ такой близости отъ солнца. Безъ сомнѣнія, ея свѣтъ происходитъ отъ обоихъ этихъ источниковъ, но пока неизвѣстно, въ какой именно пропорціи. Фактъ тотъ, что ея спектръ даетъ нѣсколько свѣтлыхъ линій. Онѣ могутъ происходить только отъ свѣта самаго вещества ея. Нѣкоторые наблюдатели, казалось, видѣли также темныя линіи въ ея спектрѣ. Это, однако, не было доказано. Въ общемъ,

вѣроятно, корона главнымъ образомъ свѣтитъ своимъ собственнымъ свѣтомъ.

ЧАСТЬ IV

ПЛАНЕТЫ И ИХЪ СПУТНИКИ



## Орбиты и видъ планетъ.

Орбиты, по которымъ планеты обращаются около своего центрального свѣтила, строго говоря, суть эллипсы, т. е. слегка сплюснутые (сжатые) круги. Но сплюснутость эта такъ невелика, что безъ измѣренія глазъ бы и не замѣтилъ этого. Солнце находится не въ центрѣ эллипса, а въ фокусѣ, который въ нѣкоторыхъ случаяхъ удаленъ отъ центра на величину, легко замѣтную глазомъ. Это удаленіе измѣряетъ собою эксцентриситетъ эллипса, который гораздо больше сжатія. Напримѣръ, для Меркурія, движущагося по очень эксцентрической орбитѣ, сжатіе составляетъ только одну пятидесятую; значитъ, если наибольшій діаметръ представить пятьюдесятью, то наименьшій діаметръ будетъ сорокъ девять. Разстояніе же солнца отъ центра орбиты въ томъ же масштабѣ будетъ десять.

Для поясненія этого мы даемъ чертежъ орбитъ внутренней группы планетъ, показывающій очень близко ихъ форму и относительное расположеніе. Одинъ взглядъ покажетъ, что въ иныхъ точкахъ орбиты гораздо ближе между собою, чѣмъ въ другихъ.

При объясненіи различныхъ видовъ и движеній планетъ, движеній дѣйствительныхъ и кажущихся, употребляется рядъ техническихъ выраженій, которые мы и объяснимъ.

*Нижними планетами* называются тѣ, орбиты которыхъ лежатъ внутри земной орбиты. Въ эту группу входятъ только Меркурій и Венера.

*Верхними планетами* называются тѣ, орбиты которыхъ лежатъ внѣ орбиты земли. Сюда относятся Марсъ, малыя планеты или астероиды и всѣ четыре члена внѣшней группы большихъ планетъ.

Когда планета представляется намъ проходящей вблизи солнца и, слѣдовательно, видимой на одной линіи съ нимъ, она, какъ говорится, находится *въ соединеніи* съ солнцемъ.

Когда планета находится между нами и солнцемъ, она бываетъ въ *нижнемъ соединеніи*.

Когда планета находится по ту сторону солнца, она бываетъ въ *верхнемъ соединеніи*.

Легко сообразить, что верхняя планета никогда не можетъ быть въ нижнемъ соединеніи, нижняя же планета имѣетъ соединенія и того и другого рода.

Планета находится въ *оппозиціи* или *противостояніи*, когда она находится какъ разъ противъ солнца. Она тогда

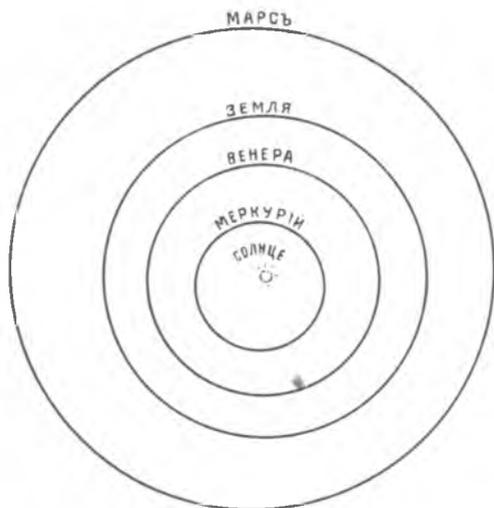


Рис. 27. Орбиты четырехъ внутреннихъ планетъ.

восходить при заходѣ солнца и обратно. Само собою разумѣется, нижняя планета въ противостояніи не можетъ быть.

Точка, въ которой планета подходитъ къ солнцу ближе всего, называется *перигелиемъ*; самое далекое отъ солнца положеніе ея называется *афелиемъ*.

Нижнія планеты Меркурій и Венера, совершая свои обращенія, представляются съ земли какъ бы колеблющимися около солнца по обѣ его стороны. Ихъ видимое разстояніе отъ солнца называется *элонгаціей*.

Меркурій	$0+4=$	4,	дѣйствительное разстояніе	4
Венера	$3+4=$	7,	"	7
Земля	$6+4=$	10,	"	10
Марсъ	$12+4=$	16,	"	15
Астероиды	$24+4=$	28,	"	20—40
Юпитеръ	$48+4=$	52,	"	52
Сатурнъ	$96+4=$	100,	"	95
Уранъ	$192+4=$	196,	"	192
Нептунъ	$384+4=$	388,	"	300.

По даннымъ здѣсь дѣйствительнымъ разстояніямъ мы замѣчаемъ, что астрономы для выраженія разстояній между небесными тѣлами не пользуются километрами или другими земными мѣрами. И это по двумъ причинамъ. Во-первыхъ, эти мѣры слишкомъ малы—пользоваться ими было бы все равно, что разстояніе между двумя городами мѣрять сантиметрами. Кромѣ того, небесныя разстоянія невозможно выражать съ необходимою точностью въ нашихъ мѣрахъ; между тѣмъ, взявъ за единицу мѣры разстояніе солнца отъ земли, мы можемъ опредѣлить другія разстоянія между планетами въ единицахъ этой мѣры съ большою точностью. Чтобы получить разстоянія планетъ отъ солнца въ астрономическихъ единицахъ, нужно раздѣлить числа предыдущей таблички на десять или поставить запятую передъ послѣдней цифрой cadaго числа.

Въ этой таблицѣ мы не отвлекали вниманія читателя лишними десятичными знаками. На самомъ дѣлѣ разстояніе Меркурія есть  $0.387$  и т. д.; мы взяли просто  $0.4$  и для удобства сравненія съ закономъ Бодде умножили это на десять.

### Законы Кеплера.

Движенія планетъ въ ихъ орбитахъ происходятъ согласно нѣкоторымъ законамъ, указаннымъ Кеплеромъ и потому извѣстнымъ подъ именемъ *законовъ Кеплера*. Первый изъ нихъ мы уже упоминали: орбиты планетъ суть эллипсы, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ лежитъ солнце.

Второй законъ гласитъ, что планета движется тѣмъ скорѣе, чѣмъ ближе къ солнцу она находится. Болѣе точно математически: площади, описываемыя линіей, соединяющей планету и солнце, въ одинаковыя времена всегда равны.

Третій законъ состоитъ въ томъ, что кубы среднихъ

разстояній планетъ отъ солнца пропорціональны квадратамъ времени ихъ обращеній. Этотъ законъ требуетъ поясненія. Предположимъ, что одна планета вчетверо дальше другой отъ солнца. Въ такомъ случаѣ ея время обращенія должно быть въ восемь разъ больше. Это число получится, если взять кубъ четырехъ, что составляетъ 64, и затѣмъ извлечь квадратный корень, что и дастъ восемь.

Такъ какъ единица мѣры, которой пользуется астрономъ для выраженія разстояній въ солнечной системѣ, есть среднее разстояніе земли отъ солнца, то, разумѣется, среднія разстоянія нижнихъ планетъ будутъ, какъ мы только что показали, правильныя дроби, разстоянія же внѣшнихъ будутъ идти отъ 1·5 для Марса до 30 для Нептуна. Если мы возьмемъ кубы всѣхъ этихъ разстояній и извлечемъ изъ нихъ квадратные корни, то мы получимъ времена обращеній планетъ, выраженные въ годахъ.

Не трудно видѣть, что внѣшнія планеты совершаютъ свои обращенія въ болѣе продолжительный срокъ не только потому, что ихъ путь длиннѣе, но и потому, что онѣ на самомъ дѣлѣ движутся медленнѣе. Если, какъ это было въ томъ случаѣ, который мы предположили, внѣшняя планета вчетверо дальше отъ солнца, то она будетъ двигаться вдвое медленнѣе. Поэтому ей для полного оборота времени нужно въ восемь разъ больше. Скорость земли въ ея орбитѣ составляетъ около 30 километровъ въ секунду. Скорость же Нептуна всего 5 слишкомъ километровъ въ секунду, а путь, который онъ долженъ пройти, въ 30 разъ больше. Поэтому для совершенія полного оборота ему нужно болѣе ста шестидесяти лѣтъ.

## Планета Меркурій.

Излагая свѣдѣнія о большихъ планетахъ, мы будемъ брать ихъ въ порядкѣ ихъ разстояній отъ солнца. Первымъ по порядку будетъ въ такомъ случаѣ Меркурій. Это не только ближайшая къ солнцу планета, но и самая маленькая изъ восьми большихъ; дѣйствительно, она такъ мала, что, еслибы не ея положеніе, ее наврядъ бы назвали большой планетой. Ея поперечникъ приблизительно на двѣ пятыхъ больше луннаго, но такъ какъ объемы тѣль пропорціональны кубамъ ихъ поперечниковъ, то ея объемъ приблизительно въ три раза больше объема луны.

Изъ всѣхъ большихъ планетъ Меркурій имѣетъ наиболѣе эксцентрическую орбиту, хотя нѣкоторыя малыя планеты, описываемыя ниже, превосходятъ его въ этомъ отношеніи. Вслѣдствіе этого его разстояніе отъ солнца измѣняется въ широкихъ предѣлахъ. Въ перигелии оно меньше сорока восьми милліоновъ километровъ, въ афелии же онъ удаляется на разстояніе болѣе семидесяти милліоновъ километровъ. Онъ совершаетъ свое обращеніе вокругъ солнца немного меньше, чѣмъ въ три мѣсяца—говоря точнѣе, въ восемьдесятъ восемь дней. Значитъ, онъ дѣлаетъ болѣе четырехъ оборотовъ въ годъ.

Такъ какъ Меркурій совершаетъ болѣе четырехъ оборотовъ въ то время, какъ земля дѣлаетъ одинъ, то онъ долженъ проходить черезъ соединеніе съ солнцемъ, какъ это легко видѣть, черезъ правильные, хотя не совсѣмъ одинаковые, промежутки времени. Это видно яснѣе изъ чертежа 28: пусть внутренній кругъ представляетъ орбиту Меркурія, а внѣшній—земли. Когда земля находится въ E, а Меркурій

въ М, то онъ находится въ нижнемъ соединеніи съ солнцемъ. Черезъ три мѣсяца онъ вернется въ точку М, но въ соединеніи еще не будетъ, такъ какъ за это время земля также

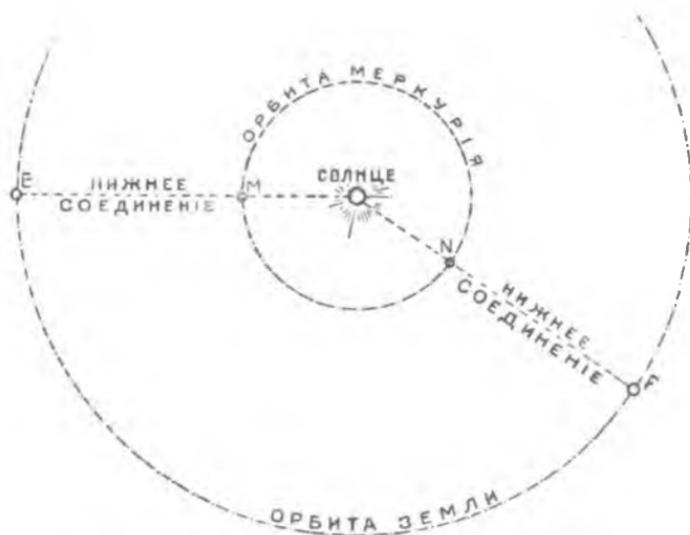


Рис. 28. Соединенія Меркурія съ солнцемъ.

передвинулась по своей орбитѣ. Когда земля придетъ въ нѣкоторую точку F, Меркурій достигнетъ точки N и снова будетъ въ нижнемъ соединеніи. Это обращеніе отъ одного соединенія до другого называется *синодическимъ* обращеніемъ планеты. Для Меркурія оно приблизительно на треть превышаетъ время дѣйствительнаго обращенія (немного меньше); иначе сказать, дуга MN немного меньше трети круга. Теперь предположимъ, что въ то время, когда земля находится въ E, Меркурій находится не въ M, а въблизи A, верхней точки орбиты на нашемъ рис. 29. Это будетъ его наибольшее, видимое съ земли, разстояніе отъ солнца (угловое); на техническомъ языкѣ это будетъ его наибольшая восточная элонганція. Такъ какъ онъ находится къ востоку отъ солнца, то онъ будетъ заходить послѣ солнца,—черезъ часъ съ четвертью или полтора. Въ это именно время лучше всего наблюдать его. При ясномъ небѣ его легко увидѣтъ въ лучахъ зари черезъ полчаса или часъ послѣ захода солнца. Въ противоположной элонганціи, близъ C, онъ будетъ къ западу

отъ солнца. Теперь онъ будетъ восходить передъ солнцемъ и его можно наблюдать въ лучахъ утренней зари.

### Поверхность и вращеніе Меркурія.

Изучать Меркурій телескопически лучше всего подъ вечеръ при восточной его элонгаціи или вскорѣ послѣ



Рис. 29. Элонгаціи Меркурія.

восхода солнца, когда онъ восходить раньше солнца. Когда онъ находится къ востоку отъ солнца, его видно въ телескопъ, вѣроятно, во всякое время послѣ полдня; однако, обыкновенно воздухъ въ эту пору такъ неспокоенъ вслѣдствіе нагрѣванія лучами солнца, что въ это время едвали возможны хорошія наблюденія. Ближе къ вечеру воздухъ дѣлается спокойнѣе и наблюдать планету лучше. Но послѣ захода солнца, толща воздуха, сквозь которую приходится смотрѣть, постепенно возрастаетъ и изображеніе снова начинаетъ ухудшаться. Въ силу всѣхъ этихъ причинъ изучать эту планету, какъ слѣдуетъ, труднѣе всѣхъ остальныхъ и наблюдатели сильно расходятся о томъ, что можно видѣть на ея поверхности. Первый наблюдатель, который—такъ по крайней мѣрѣ, онъ думалъ—могъ видѣть детали на поверхности этой планеты, былъ нѣмецъ Шрeтeрeвъ (Schroeter). Наблюдая Меркурій, когда онъ имѣлъ форму серпа, Шрeтeрeвъ видѣлъ его южный рогъ иногда какъ бы притупленнымъ. Онъ приписалъ это притупленіе тѣни высокой горы; опредѣливъ промежутки между временами, когда рогъ казался притупленнымъ, онъ заключилъ, что планета вращается около своей оси въ 24 часа 5 минутъ. Но В. Гершель не могъ найти

ничего подобного, хотя онъ наблюдалъ въ то же время гораздо болѣе сильными инструментами.

До самаго послѣдняго времени почти всѣ наблюдатели были согласны съ Гершелемъ въ томъ, что невозможно опредѣлить время вращенія сколько-нибудь точно. Но нѣсколько лѣтъ тому назадъ Скиапарелли (Schiaparelli), наблюдая въ превосходный телескопъ подъ прекраснымъ небомъ сѣверной Италіи, замѣтилъ, что поверхность планеты остается, повидимому, неизмѣнной изо дня въ день. Отсюда онъ заключилъ, что планета всегда обращена къ солнцу одной и той же стороной подобно тому, какъ луна всегда обращена одной и той же стороной къ землѣ. Къ этому взгляду примкнулъ Ловелль (Lowell), наблюдающій на обсерваторіи въ Флагстафъ (С. Америка). Но эти наблюденія настолько трудны, что считать этотъ фактъ установленнымъ нельзя. Все, что могъ бы сказать осторожный астрономъ, это, что мы все еще ничего не знаемъ о вращеніи Меркурія около его оси.

Многіе астрономы зарисовывали поверхность Меркурія. При обычныхъ условіяхъ на ней не замѣчается никакихъ рѣзкихъ особенностей. Исключение составляетъ обсерваторія Ловелля въ Флагстафъ. Самая замѣтная особенность поверхности Меркурія на рисункахъ этой обсерваторіи составляютъ перекрещивающія его темныя линіи. Другіе наблюдатели не видѣли ихъ и астрономы будутъ сомнѣваться въ ихъ дѣйствительности, пока этого не подтвердятъ независимыя наблюденія. Мы укажемъ основанія этого ниже, когда будемъ говорить о планетѣ Марсѣ.

Благодаря тѣмъ различнымъ положеніямъ, которыя Меркурій занимаетъ относительно солнца, онъ представляетъ различныя фазы, подобныя фазамъ луны. Онъ зависятъ отъ положенія темнаго и освѣщеннаго полушарій относительно того направленія, въ которомъ мы видимъ планету. Отвращенное отъ солнца полушаріе, погруженное въ тьму, всегда остается для насъ невидимымъ. Въ верхнемъ соединеніи освѣщенное полушаріе обращено къ намъ и планета кажется круглой, какъ полная луна. По мѣрѣ движенія отъ восточной элонгаціи къ нижнему соединенію къ намъ постепенно поворачивается темное полушаріе, освѣщенное же все больше скрывается. Но эта невыгода уравнивается тѣмъ, что

планета въ то же время постоянно приближается къ намъ и мы можемъ лучше разсматривать всѣ доступныя мѣста освѣщенной части. Видимая форма и размѣры планеты во время ея синодическаго обращенія проходятъ черезъ рядъ измѣнений, подобныхъ тѣмъ, которыя описаны въ слѣдующей главѣ о Венерѣ.

Въ вопросѣ о томъ, есть ли у Меркурія атмосфера, мнѣнія также расходятся; чаще принимается отрицательный отвѣтъ. Совершенно вѣрно, повидимому, то, что, если атмосфера и имѣется, то она слишкомъ рѣдка для того, чтобы отражать свѣтъ солнца.

### Прохожденія Меркурія.

Не трудно видѣть, что нижняя планета, которая обращалась бы около солнца въ той же плоскости, что и земля, должна была бы проходить черезъ дискъ солнца при всякомъ нижнемъ соединеніи. Но нѣтъ двухъ планетъ, обращающихся въ одной и той же плоскости. Изъ всѣхъ большихъ планетъ орбита Меркурія имѣетъ наибольшій наклонъ къ плоскости орбиты земли. Вслѣдствіе этого въ нижнемъ соединеніи онъ обыкновенно проходитъ нѣсколько къ сѣверу или къ югу отъ солнца. Если, однако, въ это время Меркурій будетъ находиться вблизи одного изъ своихъ узловъ, то мы замѣтимъ его въ видѣ чернаго пятна, пересекающаго дискъ солнца. Это явленіе называется прохожденіемъ Меркурія. Такія прохожденія повторяются черезъ промежутки отъ трехъ до тринадцати лѣтъ. Астрономы наблюдаютъ ихъ съ большимъ интересомъ, такъ какъ при этомъ можно съ большою точностью опредѣлить время, когда планета вступаетъ на солнечный дискъ и снова сходитъ съ него. Зная эти моменты, можно получить цѣнныя, болѣе точныя свѣдѣнія относительно движенія этой планеты.

Первое наблюденіе прохожденія Меркурія сдѣлалъ 7 ноября 1631 г. Гассенди (Gassendi). Однако, въ настоящее время его наблюденіе не имѣетъ никакой научной цѣнности, вслѣдствіе недостатковъ его инструментовъ. Нѣсколько лучшее, но не очень хорошее наблюденіе произвелъ англичанинъ Галлей (Halley) въ 1677 г. во время пребыванія на островѣ Св. Елены. Съ тѣхъ поръ эти прохожденія наблю-

дались довольно правильно. Въ слѣдующей таблицѣ указаны прохождения, которыя будутъ видимы въ ближайшія пятьдесятъ лѣтъ, а также тѣ мѣста, въ которыхъ каждое изъ нихъ будетъ видимо:

1907, ноября 14, видимо въ Европѣ и на востокѣ С. Америки.

1914, ноября 7, видимо тамъ же.

1924, мая 7, начало видимо на Тихоокеанскомъ берегу Америки, все же прохожденіе только въ Тихомъ океанѣ и въ восточной Азіи.

1927, ноября 9, видимо въ Азіи и въ восточной Европѣ.

1937, Мая 11, Меркуріи коснется южного края солнца. Это явленіе можно будетъ наблюдать въ Европѣ.

1940, ноября 10, видимо въ западной части С. Америки.

1953, ноября 14, видимо въ Соединенныхъ Штатахъ С. Америки.

Наблюденія прохожденій Меркурія съ 1677 г. обнаружили одинъ изъ самыхъ странныхъ фактовъ въ астрономіи. Оказывается, что орбита этой планеты медленно измѣняетъ свое положеніе такъ, что ея перигелии перемѣщается на сорокъ три секунды въ столѣтіе больше, чѣмъ это должно было бы быть въ силу притяженія всѣхъ извѣстныхъ планетъ. Это уклоненіе было открыто въ 1845 г. ЛЕВЕРЬЕ (Leverrier), прославившимся своими вычисленіями положенія Нептуна раньше, чѣмъ онъ былъ усмотрѣнъ въ телескопъ. Леверье приписалъ это притяженію планеты или группы планетъ между Меркуріемъ и солнцемъ. Въ виду такого заявленія многіе стали искать предполагаемую планету. Около 1866 г. докторъ ЛЕСКАРЬО (Lescarbault), французскій сельскій врачъ, имѣвшій маленькій телескопъ, видѣлъ, ему казалось, эту планету при ея прохожденіи черезъ дискъ солнца. Но скоро было доказано, что онъ, несомнѣнно, ошибся. Другіе астрономы—и болѣе опытные—, наблюдавшіе солнце въ тотъ же самый день, не видѣли ничего кромѣ одного обыкновеннаго солнечнаго пятна. Вѣроятно, оно и ввело въ заблужденіе врача-астронома. Теперь уже сорокъ лѣтъ солнце тщательно осматривается и фотографируется изо дня въ день въ нѣсколькихъ мѣстахъ и ничего подобнаго замѣчено не было.

Однако возможно, что въ этой области обращаются какія-нибудь настолько малыя планеты, что ихъ нельзя увидѣть при прохожденіи черезъ дискъ солнца. Въ такомъ случаѣ ихъ свѣтъ долженъ совершенно теряться на фонѣ неба и при обычныхъ условіяхъ всегда оставаться недоступнымъ намъ. Но тогда была бы еще возможность увидѣть ихъ во время полныхъ затмений солнца, когда освѣщеніе неба устраняется. Время отъ времени наблюдатели и искали ихъ во время полныхъ затмений. Въ одномъ случаѣ предполагали даже, что нашли нѣчто похожее. Во время затмения 1878 г. Ватсонъ (Watson) изъ Анн-Арбора и Свифтъ (Swift), оба искусные и опытные наблюдатели, думали, что имъ удалось открыть нѣсколько такихъ тѣлъ. Но критическій разборъ не оставилъ сомнѣній въ томъ, что Ватсонъ видѣлъ просто пару неподвижныхъ звѣздъ, постоянно находящихся на этомъ мѣстѣ. Что касается наблюденія Свифта, то здѣсь вопросъ остался нерѣшеннымъ, такъ какъ онъ не могъ опредѣлить положеніе достаточно увѣренно для того, чтобы можно было извлечь положительное заключеніе.

Несмотря на такія неудачи, наблюдатели повторяли эти поиски въ нѣкоторыя изъ главныхъ полныхъ затмений. Авторъ этой книги дѣлалъ это въ затмение 1869 г. и затѣмъ снова въ 1878 г. при помощи небольшого телескопа. Въ послѣднее время, въ затмения 1900 и 1901 гг. Пикерингъ (Pickering) и Кэмпбелль (Campbell) призвали на помощь могучее средство—фотографію. Результаты Кэмпбелля въ послѣднее затмение являются самыми рѣшительными изъ всѣхъ. Онъ сфотографировалъ при помощи своего фотографическаго телескопа около пятидесяти звѣздъ, изъ нихъ нѣкоторыя даже восьмой величины, но всѣ онѣ оказались уже извѣстными объектами. Можно считать поэтому достовѣрнымъ, что интрамеркуріальной (движущейся внутри орбиты Меркурія) планеты ярче восьмой величины не существуетъ. Для объясненія описаннаго выше движенія перигелия Меркурія понадобились бы сотни тысячъ такихъ планетъ. Такое огромное число этихъ тѣлъ должно было бы производить гораздо болѣе яркое освѣщеніе неба, чѣмъ какое мы наблюдаемъ. Такимъ образомъ нужно придти къ выводу, что движеніе перигелия Меркурія не можетъ быть производимо интрамер-

куриальными планетами. Ко всѣмъ этимъ затрудненіямъ, на которыя наталкивается гипотеза о существованіи такой планеты, нужно прибавить еще и то, что еслибы она существовала на самомъ дѣлѣ, она производила бы аналогичное, хотя меньшее, измѣненіе и въ положеніи узловъ Меркурія и Венеры, или же ихъ обоихъ.

Вообще факты убѣдительно говорятъ противъ существованія тѣлъ, притяженіе которыхъ производило бы наблюдаемое уклоненіе, и оно все еще остается необъясненнымъ. Послѣдней догадкой по этому поводу является допущеніе, что сила тяготѣнія слегка уклоняется отъ закона обратной пропорціональности квадратамъ разстояній. Но это еще требуетъ дальнѣйшей повѣрки.

### III

## Планета Венера.

Изъ всѣхъ объектовъ, подобныхъ звѣздамъ, планета Венера является наиболѣе яркой. Ярче ея только солнце и луна. Въ ясный безлунный вечеръ можно замѣтить тѣни, отбрасываемыя ею. Если точно знать, гдѣ ее искать, то при хорошемъ зрѣніи ее можно видѣть днемъ, вблизи меридіана, если только солнце не находится въ непосредственной близости. Когда она находится къ востоку отъ солнца, ее можно видѣть на западѣ; слабая до захода солнца, она дѣлается все ярче съ угасаніемъ дня. Когда она находится къ западу отъ солнца, то она восходитъ раньше его и тогда ее можно наблюдать на востокѣ. Въ виду этого ее соотвѣтственно называютъ вечерней и утренней звѣздой. Древніе называли ее Гесперомъ, когда она бывала вечерней звѣздой, и Фосфоромъ въ ея утреннихъ появленіяхъ. Въ ранніе годы нашей цивилизаціи, говорятъ, еще не было извѣстно, что Гесперь и Фосфоръ одно и то же свѣтило.

При разсматриваніи Венеры въ телескопъ, даже въ слабый, можно замѣтить, что Венера, подобно лунѣ, имѣетъ фазы. Это явленіе было открыто Галилеемъ, когда онъ въ первый разъ направилъ свой телескопъ на эту планету. Оно доставило ему убѣдительное свидѣтельство въ пользу Коперниковой системы; согласно обычаю того времени, онъ опубликовалъ это открытіе въ формѣ анаграммы—собранія буквъ, которыя при правильномъ ихъ расположеніи описывали открытіе. Въ переводѣ на русскій языкъ его анаграмма значила: мать любви подражаетъ фазамъ Цинтіи (луну).

Сказанное о синодическомъ движеніи Меркурія приложимо и къ Венерѣ, и потому не нуждается въ повтореніи.

На приложенномъ рисункѣ показаны видимые размѣры планеты въ различныхъ частяхъ ея синодической орбиты. При переходѣ планеты отъ верхняго къ нижнему соединенію она

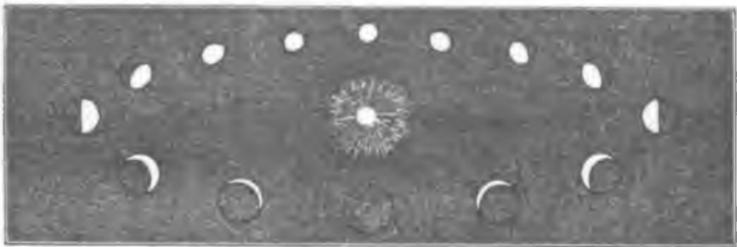


Рис. 30. Фазы Венеры въ различныхъ точкахъ ея пути.

послѣдовательно дѣлается все больше и больше, но при этомъ виденъ не весь ея дискъ. Освѣщенная часть диска дѣлается все меньше и меньше, принимая видъ луны въ одной изъ четвертей, а затѣмъ серпа, который дѣлается все тоньше до времени нижняго соединенія. Въ послѣднемъ положеніи къ намъ обращено темное полушаріе и планета невидима. Наибольшей яркости Венера достигаетъ приблизительно посрединѣ между нижнимъ соединеніемъ и наибольшей элонгаціей. Въ это время, если она находится къ востоку отъ солнца, она заходитъ черезъ два часа послѣ солнца, а если къ западу, то восходитъ за два часа до него.

### Вращеніе Венеры.

Вопросъ о вращеніи Венеры интересуеъ астрономовъ и общество еще со временъ Галилея. Но вслѣдствіе большой яркости этой планеты очень трудно узнать на этотъ счетъ что-нибудь достовѣрное. Въ телескопъ не видно никакихъ рѣзкихъ и отчетливыхъ деталей. вмѣсто того мы видимъ блестящую поверхность слегка различныхъ оттѣнковъ въ разныхъ частяхъ,—какъ бы шаръ изъ полированного, чуть лишь потускнѣвшаго металла. Тѣмъ не менѣе различные наблюдатели, какъ имъ казалось, могли различать на ней свѣтлыя и темныя пятна. Уже въ 1667 году Кассини (Cassini) изъ наблюденія этихъ кажущихся пятенъ вывелъ, что планета вращается около своей оси во время немного меньшее 24 часовъ. Въ слѣдующемъ столѣтіи италіанскій наблюда-

тель Бланкини (Blanchini) опубликовалъ обширный трактатъ по этому предмету, иллюстрированный многими рисунками планеты. Онъ пришелъ къ заключенію, что вращеніе Венеры около ея оси совершается во время большее 24 дней. Кассини-сынъ защищалъ выводъ своего отца, указывая, что планета между моментами наблюденія Бланкини въ послѣдовательные вечера всегда совершала одинъ оборотъ и еще небольшую часть оборота. Такимъ образомъ въ каждый слѣдующій вечеръ италіанскій астрономъ, конечно, долженъ былъ видѣть пятна ушедшими немного впередъ и оцѣнивалъ ея движеніе по этому видимому смѣщенію, не принимая во вниманіе, что за это время прошелъ цѣлый оборотъ. Черезъ 24 дня къ землѣ обращалось то же самое полушаріе планеты, но число оборотовъ было двадцать пять. Шретеръ пытался рѣшить вопросъ относительно Венеры тѣмъ же путемъ, какимъ онъ рѣшилъ его, какъ онъ полагалъ, для Меркурія. Онъ обратилъ особенное вниманіе на тонкіе острые рога серпа, когда планета находится приблизительно между землею и солнцемъ. Временами, ему казалось, одинъ изъ нихъ былъ слегка притупленъ. Приписавъ это явленіе тѣни высокой горы, онъ заключилъ, что время вращенія составляетъ 23 часа 21 минуту.

Со времени ШРЕТЕРА до 1832 г. никто не пытался пролить свѣтъ на этотъ вопросъ. Въ этомъ году Де Вико (De Vico), изъ Рима, объявилъ, что онъ снова открылъ пятна, которыя наблюдалъ Бланкини. Онъ пришелъ къ заключенію, что планета вращается въ 23 часа 21 минуту, что согласовалось съ результатомъ ШРЕТЕРА.

Близкое согласіе результатовъ наблюденій четырехъ извѣстныхъ астрономовъ привело къ тому, что время вращенія планеты въ 23 часа 21 минуту было принято многими. Но и противъ этого можно было сказать много. Великій Гершель самыми могучими телескопами, какіе только были въ то время, никогда не могъ открыть ни одной неизмѣнной подробности на поверхности Венеры. Если и появлялось что-нибудь въ родѣ пятна, оно измѣнялось и снова исчезало такъ быстро, что вывести отсюда вращеніе не было возможности. Значительное большинство наблюдателей всегда приходило къ этому же отрицательному выводу.

Но недавно Скиапарелли предложилъ, а Ловелль поддержалъ новую поразительную теорію. Она состоитъ въ томъ, что Венера вращается около своей оси въ то же время, въ какое она обращается около солнца; другими словами, Меркурій и Венера всегда обращены къ солнцу одной и той же стороной, какъ луна обращена одной и той же стороной къ землѣ. Скиапарелли пришелъ къ этому выводу, замѣтивъ, что на южномъ полушаріи Венеры можно видѣть нѣсколько слабыхъ пятенъ въ одномъ и томъ же положеніи нѣсколько дней подрядъ. Онъ могъ наблюдать планету по нѣскольку часовъ каждый день и неизмѣнность пятенъ исключала возможность того, что планета въ теченіе сутокъ совершила оборотъ и еще небольшую часть его. Къ тому же заключенію былъ приведенъ и Ловелль тщательнымъ изученіемъ планеты на своей Аризонской обсерваторіи (Америка).

Новѣйшія данныя были получены при помощи спекроскопа. Мы уже объясняли, какимъ образомъ можно опредѣлить при помощи этого инструмента, движется ли небесное тѣло къ намъ или отъ насъ. Этотъ же принципъ, какъ къ звѣздѣ, можетъ быть приложенъ и къ планетѣ, видимой намъ вслѣдствіе отраженія солнечнаго свѣта. Если Венера вращается, то значить одна часть ея диска движется къ намъ, другая отъ насъ. Сравнивая темныя линіи спектровъ, которыя даютъ два противоположные края диска Венеры, можно опредѣлить, какъ движутся относительно земли различныя точки диска. Этимъ путемъ Бѣлопольскій въ Пулковѣ нашелъ, что планета обладаетъ очень быстрымъ вращеніемъ. Наблюденіе это такъ трудно и смѣщеніе линій такъ ничтожно, что очень достовѣрнаго результата добиться невозможно, хотя въ общемъ фактъ этотъ очень вѣроятенъ. Въ концѣ концовъ нужно считать это заключеніе наиболѣе правдоподобнымъ изъ всѣхъ, полученныхъ до сихъ поръ, хотя оно расходится съ наблюденіями Скиапарелли, а также и обсерваторіи Ловелля. Но спектроскопическія наблюденія, сдѣланныя до сихъ поръ, недостаточно точны для вѣрнаго опредѣленія времени вращенія. Послѣднія открытія относительно природы атмосферы на Венерѣ указываютъ почти достовѣрно на то, что всѣ наблюдатели, предполагавшіе, будто они видѣли пятна на планетѣ, ошибались.

### Атмосфера Венеры.

Теперь твердо установлено, что Венера окружена атмосферой и, вѣроятно, болѣе плотной, чѣмъ атмосфера земли. Это было обнаружено замѣчательнымъ и интереснымъ образомъ во время прохождения Венеры черезъ дискъ солнца въ 1882 г., которое авторъ этой книги наблюдалъ на мысѣ Доброй Надежды. Когда планета надвинулась на дискъ нѣсколько болѣе, чѣмъ на половину, ея внѣшній край сдѣлался свѣтлымъ, какъ показываетъ рис. 31. Это освѣщеніе



Рис. 31. Эффектъ атмосферы Венеры во время прохождения 1882 г.

началось, однако, не со середины дуги, какъ должно было бы, еслибы его причиной была обыкновенная рефракція, а съ краевъ этой дуги. Это явленіе было объяснено Рэсселемъ (Russell) изъ Принстона; какъ онъ показалъ, эта атмосфера такъ полна паровъ, что мы не можемъ видѣть свѣтъ солнца простымъ преломленіемъ сквозь нее. То, что мы видимъ, есть освѣщенный слой облаковъ или паровъ, плавающихъ въ атмосферѣ. И въ такомъ случаѣ не совсѣмъ правдоподобно, чтобы астрономы на землѣ когда-либо могли увидѣть самое ядро планеты сквозь эти облака. Значить, предполагаемая пятна могли быть только временными облаками, постоянно измѣняющимися.

Чтобы показать, какимъ обманамъ можетъ подвергаться зрѣніе даже хорошихъ наблюдателей, можно упомянуть

тотъ фактъ, что нѣкоторые наблюдатели вблизи нижняго соединенія видѣли, какъ имъ казалось, все полушаріе Венеры. Она имѣла тогда видъ, знакомый всякому, кому случалось видѣть луну въ видѣ тонкаго серпа (какъ говорятъ англичане: «молодая луна въ объятіяхъ старой»). Въ этомъ случаѣ, какъ хорошо извѣстно, мы видимъ темное полушаріе луны въ освѣщеніи тѣмъ свѣтомъ, который отбрасываетъ земля. Но нѣтъ никакой возможности допустить, чтобы отраженіе свѣта отъ земли или какого-нибудь другого тѣла могло такъ освѣтить Венеру. Это явленіе иногда объясняли фосфоресценціей, покрывающей цѣлое полушаріе Венеры. Но болѣе вѣроятно, что оно происходитъ отъ оптической иллюзіи. Оно обыкновенно наблюдалось днемъ, при яркомъ освѣщеніи неба, когда всякій слабый свѣтъ, какъ свѣтъ фосфоресценціи, долженъ былъ бы быть совершенно невидимъ. Чему бы мы ни приписывали этотъ свѣтъ, онъ долженъ былъ бы наблюдаться несравненно лучше по окончаніи вечернихъ сумерекъ, чѣмъ днемъ. Тотъ фактъ, что въ это время его не было видно, говорить, кажется, убѣдительно противъ его реальности.

Это явленіе иллюстрируетъ хорошо извѣстный психологическій законъ, что воображеніе можетъ показывать то, что мы привыкли видѣть, даже и при отсутствіи самого предмета. Мы такъ привыкли къ обычному виду луны, что при взглядѣ на Венеру сходство главныхъ чертъ заставляеть насъ предполагать это обычное прибавленіе.

### Есть ли у Венеры спутникъ?

За послѣдніе два вѣка нѣсколькимъ наблюдателямъ казалось, что они видѣли временами спутникъ у Венеры. Ничего подобнаго не видѣли безчисленные наблюдатели съ хорошими телескопами. Можно положительно утверждать, что у Венеры нѣтъ спутника, который можно было бы увидѣть въ самые могучіе телескопы нашего времени. Почти навѣрно, эти предполагаемые спутники были только кажущимися, очень извѣстными астрономамъ подъ именемъ ложныхъ изображеній (англичане ихъ называютъ «привидѣніями», ghosts). Ихъ можно видѣть иногда, когда телескопъ направленъ на яркій предметъ, и причиной ихъ является двойное отраженіе свѣта въ линзахъ объектива или окуляра.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ авторъ этой книги получилъ письмо отъ владѣльца очень большого телескопа въ Англии, сообщавшаго, что онъ можетъ при большомъ стараніи видѣть очень слабый, круглый, ясно очерченный ореоль свѣта вокругъ планеты Марса. Онъ желалъ знать, могло ли это быть въ дѣйствительности и какъ слѣдуетъ объяснить это явленіе. Ему было отвѣчено, что такое явленіе должно возникнуть отъ двойного отраженія свѣта между двумя внутренними линзами объектива, если ихъ кривизны почти, но не вполне одинаковы. Ему былъ данъ совѣтъ направить телескопъ на Сиріусъ и посмотрѣть, нѣтъ ли такого ореола и у этой звѣзды. Вѣроятно, такъ это и оказалось.

### Прохожденія Венеры.

Прохожденія Венеры черезъ дискъ солнца принадлежать къ самымъ рѣдкимъ астрономическимъ явленіямъ; они повторяются въ среднемъ одинъ разъ въ каждыя шестидесять лѣтъ. Въ этихъ явленіяхъ въ теченіе нѣсколькихъ ближайшихъ прошлыхъ и будущихъ столѣтій повторяется pravidельный циклъ въ двѣсти сорокъ три года, охватывающій четыре прохожденія. Промежутки между прохожденіями слѣдующіе: сто пять съ половиной лѣтъ, восемь лѣтъ, сто двадцать одинъ съ половиной годъ и восемь лѣтъ, затѣмъ снова сто пять съ половиной лѣтъ и т. д. Времена послѣднихъ прохожденій и двухъ ближайшихъ даны въ слѣдующей таблицѣ:

1631 декабря 7,	1874 декабря 9,
1639 декабря 4,	1882 декабря 6,
1701 іюня 5,	2004 іюня 8,
1760 іюня 3,	2012 іюня 6.

Отсюда видно, что врядъ ли кто изъ нынѣ живущихъ сможетъ наблюдать это явленіе, такъ какъ ближайшее прохожденіе произойдетъ не раньше 2004 г. Однако, время появленія Венеры на дискѣ солнца 8 іюня этого года можетъ быть предсказано теперь для любого мѣста земной поверхности съ ошибкой не больше одной или двухъ минутъ.

Интересъ, который возбуждали эти прохожденія въ прошломъ столѣтій, былъ обусловленъ тѣмъ, что ихъ считали наилучшимъ средствомъ опредѣленія разстоянія солнца отъ земли. Это обстоятельство и рѣдкость самого явленія

привели къ тому, что послѣднія четыре прохожденія наблюдались очень усердно. Въ 1761 г., а затѣмъ въ 1769 г. главныя морскія націи разослали наблюдателей въ различныя части свѣта, чтобы точно отмѣтить время вступленія планеты на дискъ солнца и ея схода съ него. Въ 1874 и 1882 гг. были снаряжены богатая экспедиція Соединенными Штатами С. Америки, Великобританіей, Франціей и Германіей. При первомъ изъ этихъ прохожденій американскія партіи занимали станціи въ Китаѣ, Японіи и восточной Сибири на сѣверѣ и въ Австраліи, Новой Зеландіи, на островахъ Чатамъ и Кергелень на югѣ. Въ 1882 г. не было необходимости посылать такъ много экспедицій, такъ какъ прохожденіе было видимо въ самихъ Штатахъ. Въ южномъ полушаріи были устроены станціи на мысѣ Доброй Надежды и въ другихъ мѣстахъ. Сдѣланныя этими экспедиціями наблюденія оказались весьма цѣнными для опредѣленія будущихъ движеній Венеры, но при этомъ выяснилось, что опредѣленіе разстоянія солнца другими способами должно давать болѣе вѣрные результаты.

## Планета Марсъ.

Въ послѣдніе годы общій интересъ сосредоточивался на планетѣ Марсъ больше, чѣмъ на какой-нибудь другой. Его сходство съ нашей землей, его предполагаемые каналы, климатъ, выпаденіе снѣга и пр. все возбуждало въ насъ интересъ по отношенію къ его возможнымъ обитателямъ. Съ опасностью разочаровать тѣхъ читателей, которымъ хотѣлось бы увидѣть вѣрное доказательство, что сосѣдній намъ міръ населенъ разумными существами, я попытаюсь изложить то, что дѣйствительно извѣстно объ этомъ предметѣ, отдѣляя это отъ огромной массы иллюзій и необоснованныхъ умозрѣній, проникшихъ въ популярныя журналы за послѣднія двадцать лѣтъ.

Начну съ нѣкоторыхъ особенностей, которыя помогутъ узнать планету. Ея періодъ обращенія составляетъ 687 сутокъ, или 43 сутками меньше двухъ лѣтъ. Еслибы этотъ періодъ составлялъ какъ разъ два года, то Марсъ совершалъ бы одно обращеніе въ то время, какъ земля дѣлаетъ ихъ два, и мы могли бы наблюдать планету въ противостояніи черезъ правильныя промежутки въ два года. Но, такъ какъ Марсъ движется немного быстрѣе этого, то, чтобы нагнать его, землѣ нужно еще отъ одного до двухъ мѣсяцевъ, такъ что противостоянія происходятъ черезъ промежутки въ два года и одинъ или два мѣсяца. Этотъ избытокъ въ одинъ или два мѣсяца за восемь противостояній составляетъ цѣлый годъ; слѣдовательно, по истеченіи приблизительно 17 лѣтъ Марсъ будетъ въ противостояніи въ то же время года и вблизи того же самаго мѣста на своей орбитѣ, что и въ началѣ этого періода. За это время земля совершитъ семнадцать оборотовъ, а Марсъ девять.

Разница въ мѣсяцъ или около того въ промежуткѣ между противостояніями происходитъ отъ того, что эксцентриситетъ орбиты Марса великъ—изъ большихъ планетъ онъ больше только у Меркурія. Его величина есть 0.093 или приблизительно одна десятая. Значитъ, въ перигелии онъ приблизительно на одну десятую ближе къ солнцу, чѣмъ его среднее разстояніе, а въ афелии приблизительно на одну десятую дальше. Разстояніе между нимъ и землей при противостояніяхъ также должно различаться на такое же число километровъ; а такъ какъ разстояніе его отъ земли въ этихъ случаяхъ гораздо меньше, чѣмъ его среднее разстояніе отъ солнца, то и колебанія его выходятъ гораздо больше, чѣмъ въ одну десятую средней величины. Если противостояніе бываетъ, когда планета находится вблизи перигелия, то разстояніе отъ земли составляетъ около семидесяти двухъ милліоновъ километровъ, если же въ афелии, то около ста милліоновъ километровъ. Въ результатъ получается, что при перигельномъ противостояніи, которое можетъ быть только въ сентябрѣ, планета бываетъ слишкомъ втрое ярче, чѣмъ при афельномъ, бывающемъ въ февралѣ или мартѣ. Противостояніе наблюдалось около конца марта 1903 года, слѣдующее будетъ въ началѣ мая 1905 года. Затѣмъ будутъ противостоянія около конца іюня 1907 г. и въ августѣ 1909 г.; послѣднее будетъ очень близко къ перигелию.

Вблизи противостоянія Марсъ легко узнать по его яркости и по его красноватому цвѣту, который рѣзко отличается отъ цвѣта большинства звѣздъ. Любопытно, что въ телескопъ планета не производитъ впечатлѣнія такой красной, какой она кажется невооруженному глазу.

### **Поверхность и вращеніе Марса.**

Великій Гюйгенсъ, жившій между 1650 и 1700 гг., изучая Марсъ въ телескопъ, первый обратилъ вниманіе на неоднородность его поверхности и первый далъ ей рисунокъ. Отмѣченныя Гюйгенсомъ особенности можно замѣтить и отожествить и нынѣ. Изъ наблюденій надъ ними не трудно было опредѣлить, что планета совершаетъ полный оборотъ вокругъ своей оси во время, немного большее нашихъ сутокъ (24 часа 37 минутъ).

Этотъ періодъ вращенія есть единственный, точно опредѣленный и достовѣрный во всемъ планетномъ мірѣ (кромѣ земли). Двѣсти лѣтъ уже вращается Марсъ съ этой самой скоростью и нѣтъ никакихъ основаній предполагать, что этотъ періодъ измѣняется сколько-нибудь больше, чѣмъ длина нашихъ сутокъ. Близкое согласованіе его съ нашими сутками—разница составляетъ только 37 минутъ—приводитъ къ тому, что въ послѣдовательныя ночи въ одинъ и тотъ же часъ Марсъ обращенъ къ землѣ приблизительно тою же самою своею частью. Однако, вслѣдствіе упомянутой разницы каждую ночь его поверхность будетъ видна немного дальше, чѣмъ въ предыдущую, и въ теченіе сорока дней передъ земнымъ наблюдателемъ пройдутъ всѣ части планеты.

Все, что было извѣстно относительно Марса до самаго послѣдняго времени, можетъ быть представлено на картѣ этой планеты, показывающей свѣтлыя и темныя области ея поверхности; къ этому можно прибавить тотъ фактъ, что вокругъ cadaго изъ ея полюсовъ находится бѣлое пятно. Когда полюсъ поворачивается къ намъ, а, значить, и къ солнцу, это пятно постепенно уменьшается, а когда полюсъ поворачивается отъ солнца, оно снова увеличивается. Въ послѣднемъ случаѣ оно съ земли не видно и мы можемъ говорить о его ростѣ только потому, что при новомъ появленіи оно оказывается больше. Эти пятна, естественно, были сочтены снѣгомъ и льдомъ, образующимися вокругъ полюсовъ во время зимы на Марсѣ и отчасти или совершенно тающими во время его лѣта.

### Каналы на Марсѣ.

Въ 1877 г. начались знаменитыя изслѣдованія поверхности Марса Скиапарелли и въ томъ же году онъ опубликовалъ объ открытіи такъ называемыхъ каналовъ. Послѣдніе представляютъ собою полосы, идущія отъ одной точки на планетѣ къ другой и чуть-чуть болѣе темныя, чѣмъ остальная поверхность. Рѣдко неудачный переводъ причинялъ болѣе недоразумѣній, чѣмъ въ настоящемъ случаѣ. Скиапарелли назвалъ эти линіи каналами, что означаетъ по-италіански проливы. Онъ назвалъ ихъ такъ потому, что въ то время болѣе темныя области Марсовой поверхности считались океана-



Рис. 32. Карта Марса и его каналов по рисункам обсерватории Ловелля.

ми, и полосы, связывающія океаны, можно было считать поэтому за водные протоки, которые и назвали проливами. Но переводъ этого словомъ «каналы» привелъ къ широкому распространенію мысли, что эти протоки были дѣломъ рукъ обитателей Марса, какъ каналы на землѣ являются дѣломъ рукъ людей.

До настоящаго времени между наблюдателями и авторитетными астрономами по вопросу объ этихъ каналахъ существуетъ разногласіе. Это происходитъ отъ того, что каналы не являются рѣзко очерченными деталями на однородной поверхности. Всюду на планетѣ видны различія въ оттѣнкахъ—свѣтлыя и темныя пятна, такія слабыя и размытыя, что трудно вообще указать ихъ точную форму и контуръ, и переходящія одно въ другое незамѣтными градаціями. Вслѣдствіе крайней трудности даже увидѣть ихъ и вслѣдствіе измѣненія ихъ вида при различномъ освѣщеніи и различномъ состояніи нашей атмосферы наблюдатели дали большой рядъ рисунковъ этихъ объектовъ, мало согласныхъ другъ съ другомъ. На одномъ концѣ этого ряда мы имѣемъ рисунки наблюдателей Ловеллевской обсерваторіи во Флагстаффѣ (Америка). Они изображаютъ каналы въ видѣ многочисленныхъ темныхъ тонкихъ линій, образующихъ цѣлую сѣть, которая покрываетъ большую часть поверхности планеты. На картѣ Скиапарелли они являются довольно широкими слабыми полосами далеко не столь рѣзкими, какъ на рисункахъ Ловелля. У Ловелля каналовъ гораздо больше, чѣмъ у Скиапарелли. Можно было бы думать поэтому, что все, видѣнное послѣднимъ, должно быть и на картѣ Ловелля. Но до этого очень далеко—между особенностями, замѣченными на этихъ двухъ обсерваторіяхъ, существуетъ только общее сходство. На рисункахъ Ловелля одной изъ самыхъ любопытныхъ особенностей является то, что точки пересѣченія каналовъ другъ съ другомъ отмѣчаются темными круглыми пятнами, какъ бы круглыми озерами. Никакихъ такихъ пятенъ на картѣ Скиапарелли нѣтъ.

Одной изъ наиболѣе замѣтныхъ особенностей Марса является широкое, темное, почти круглое пятно, окруженное бѣлымъ; его называли *Lacus Solis*, Озеро Солнца. Въ этомъ согласны всѣ наблюдатели. Они согласны въ значительной

части относительно нѣкоторыхъ слабыхъ полосокъ или каналовъ, выходящихъ изъ этого озера. Но затѣмъ мы находимъ, что они не согласны ни относительно числа этихъ каналовъ, ни относительно окружающихъ деталей. Интересно тщательно сравнить два рисунка этой области, сдѣланные Кэмпбеллемъ и Гессеемъ (Hussey) на Ликской обсерваторіи, вѣроятно, въ наилучшихъ, какія только есть, условіяхъ.

Врядъ ли какая-нибудь обсерваторія имѣетъ лучшія атмосферныя условія для наблюденій этой планеты, чѣмъ Ликская обсерваторія на горѣ Гамильтонъ. Ея телескопъ есть наибольшій и наилучшій въ свѣтѣ, какой только когда-нибудь направлялся на Марсъ специально, а Барнардъ (Barnard)—одинъ изъ самыхъ тщательныхъ наблюдателей. Въ высшей степени замѣчательно поэтому, что особенности поверхности Марса, какія видѣлъ Барнардъ въ Ликской телескопъ, не вполне соотвѣтствуютъ каналамъ Скиапарелли и Ловелля. При исключительно спокойномъ воздухѣ ему уда-



Рис. 33—34. Lacus Solis на Марсѣ по рисункамъ Кэмпбелля и Гессея.

валось видѣть большое количество мелкихъ и очень слабыхъ деталей, которые оставались невидимыми для другихъ наблюдателей съ меньшими телескопами. Онѣ были такъ сложны, что представить ихъ на рисункѣ не было возможности. Онѣ были видны не только въ болѣе свѣтлыхъ областяхъ планеты, которая считаются материками, но—въ еще болѣе числѣ—и на такъ называемыхъ моряхъ. Въ нихъ не было той правильности, которая позволяла бы считать ихъ

каналами, идущими изъ одной области въ другую. Глазь могъ, впрочемъ, прослѣдить кое-гдѣ болѣе темныя полосы и нѣкоторыя изъ нихъ соотвѣтствовали предполагаемымъ каналамъ, но онъ было гораздо неправильнѣе, чѣмъ детали и Скиапарелли и Ловелля.

Одинъ тщательный и искусный италіанскій наблюдатель, Черулли (Cerulli), даетъ этому весьма, повидимому, хорошее объясненіе. Онъ нашель, что послѣ двухъ лѣтъ изученія Марса, онъ могъ, разсматривая луну въ бинокль, видѣть или думать, что видитъ, линіи и различныя пятна на ея поверхности, схожія съ деталями Марса. Это явленіе нельзя считать ни совершенной иллюзіей, ни точнымъ представленіемъ объектовъ, съ другой стороны. Оно происходитъ отъ самопроизвольнаго дѣйствія глаза, который слабымъ и неправильнымъ сочетаніямъ свѣта и тѣни, слишкомъ мелкимъ, чтобы ихъ можно было разобрать каждое въ отдѣльности, даетъ правильныя формы.

### Вѣроятная природа каналовъ.

Мы можемъ резюмировать изложенное слѣдующимъ образомъ:

- 1) На поверхности Марса есть много областей различныхъ оттѣнковъ, которыя не имѣютъ рѣзкихъ очертаній.
- 2) На ней существуетъ много темныхъ полосъ вообще нѣсколько размытыхъ очертаній, простирающихся на значительныя разстоянія по поверхности планеты.
- 3) Во многихъ случаяхъ темныя части представляются расположенными въ болѣе или менѣе длинный рядъ и такимъ образомъ производятъ впечатлѣніе длинныхъ темныхъ каналовъ.

Явленіе, на которомъ основано это третье—мы можемъ считать его тождественнымъ съ тѣмъ, что наблюдалъ Черулли—можно хорошо представить себѣ, глядя черезъ увеличительное стекло на портретъ, гравированный на стали точками. Въ такомъ случаѣ будутъ видны только точки, расположенныя по прямымъ и кривымъ линіямъ. Но примите прочь увеличительное стекло—и глазь соединитъ эти точки въ ясно очерченное собраніе деталей, представляющее очертанія человѣческаго лица.

глазомъ или въ бинокль. Однако, вполне возможно, что известную часть этого уменьшения рѣзкости можно отнести на счетъ рѣдкой атмосферы Марса.

Наиболѣе тщательное спектроскопическое изслѣдованіе планеты, какое было сдѣлано, принадлежитъ Кэмпбеллю, который сравнивалъ ея спектръ со спектромъ луны. Онъ не могъ найти ни малѣйшей разницы между этими двумя спектрами. А еслибы у Марса была атмосфера, способная производить сильное избирательное поглощеніе свѣта, то мы должны были бы видѣть въ спектрѣ Марса линіи, производимыя этимъ поглощеніемъ, или, по меньшей мѣрѣ, нѣкоторыя изъ его линій были бы сильнѣе. Такимъ образомъ мы должны вообще заключить, что, хотя присутствіе атмосферы у Марса вполне вѣроятно, но атмосфера должна быть весьма рѣдка и не можетъ содержать большого количества водяныхъ паровъ. Снѣгъ же можетъ выпадать только вслѣдствіе конденсаціи водяныхъ паровъ въ атмосферѣ. Поэтому представляется мало вѣроятнымъ, чтобы въ полярныхъ областяхъ Марса могло выпадать много снѣга.

Съ другой стороны, нужно имѣть въ виду, что количество снѣга, растапливаемого солнечными лучами, зависитъ отъ того количества тепла, которое лучи несутъ. Въ полярныхъ областяхъ Марса эти лучи падаютъ подъ большимъ наклономъ и, еслибы даже вся теплота, приносимая ими, поглощалась, то за лѣто они могли бы растопить только нѣсколько футовъ снѣга. Но значительно большая часть этого тепла должна отражаться отъ бѣлаго снѣга, который, кромѣ того, охлаждается сильнымъ лучеиспусканіемъ въ совершенно холодное пространство. Мы должны поэтому заключить, что количество снѣга, которое можетъ выпадать и таять въ полярныхъ областяхъ Марса, должно быть очень незначительно и въ крайнемъ случаѣ можетъ измѣряться, вѣроятно, нѣсколькими сантиметрами.

Такъ какъ достаточно и самаго тонкаго слоя снѣга для того, чтобы получилась бѣлая поверхность, то это еще не доказываетъ, что пятна состоятъ не изъ снѣга. Представляется болѣе вѣроятнымъ, однако, что это явленіе производится простой конденсаціей водяныхъ паровъ на чрезвычайно холодной поверхности, что производитъ впечатлѣніе,

аналогичное инею; послѣдній есть только замерзшая роса. Это кажется мнѣ наиболѣе подходящимъ объясненіемъ полярныхъ пятенъ. Въ видѣ объясненія предполагали также, что эти пятна происходятъ отъ конденсаціи углекислоты. Объ этомъ можно сказать только, что, хотя въ теоріи это и возможно, но мало вѣроятно.

Читатель долженъ извинить меня, что я ничего не буду говорить въ этой главѣ о возможныхъ обитателяхъ Марса. По этому предмету онъ знаетъ какъ разъ столько же, сколько и я, именно—ровно ничего.

### Спутники Марса.

Ни одно открытіе не удивляло весь свѣтъ больше, чѣмъ открытіе двухъ спутниковъ Марса, сдѣланное Голлемъ (Hall) въ Вашингтонѣ въ 1877 году. Ихъ не замѣчали раньше вслѣдствіе ихъ чрезвычайной незначительности. Какъ-то не вѣрилось тогда, что могутъ быть такіе маленькіе спутники, какими оказались они, и потому никто и не думалъ о тщательныхъ поискахъ съ большимъ телескопомъ. Но разъ открыты, они оказались совсѣмъ нетрудными объектами. Конечно, легкость, съ какою ихъ можно видѣть, зависитъ отъ положенія Марса и въ его орбитѣ и относительно земли. Они бываютъ видны только вблизи противостоянній планеты. Въ каждомъ противостояннн ихъ можно наблюдать въ теченіе трехъ, четырехъ или даже шести мѣсяцевъ, сообразно обстоятельствамъ. При противостояннн близъ перигелія ихъ можно видѣть въ телескопъ съ отверстіемъ меньше тридцати сантиметровъ (12 д.), а съ какимъ именно, будетъ зависеть отъ опытности наблюдателя и отъ того, насколько ему удастся устранить отъ своего глаза свѣтъ самой планеты. Но обыкновенно для этого нуженъ телескопъ отъ тридцати до сорока сантиметровъ въ поперечникѣ. Трудность видѣть ихъ происходитъ всецѣло отъ блеска самой планеты. Еслибы можно было устранить послѣдній, то безъ сомнѣнн, ихъ можно было бы видѣть и гораздо меньшими инструментами. По этой же причинѣ внѣшннй спутникъ гораздо доступнѣе внутренняго, хотя внутренннй, вѣроятно, ярче.

Голль далъ внѣшнему спутнику имя Деймосъ, внутреннему Фобосъ; такъ въ древней мифологіи назывались спут-

ники бога Марса. Фобосъ обладаетъ замѣчательной особенностью, что періодъ его обращенія вокругъ планеты составляетъ менѣе девяти часовъ; этотъ періодъ короче всѣхъ извѣстныхъ въ солнечной системѣ. Онъ составляетъ немного больше одной трети времени вращенія планеты около ея оси. Вслѣдствіе этого для обитателей планеты ея ближайшій спутникъ восходитъ на западѣ, а заходитъ на востокѣ.

Деймость совершаетъ свое обращеніе въ 30 часовъ 18 минутъ. Результатомъ такого быстрого движенія является то, что между его восходомъ и заходомъ должно проходить около двухъ дней. Фобосъ удаленъ только на 6000 километровъ отъ поверхности планеты. Онъ долженъ быть поэтому интереснымъ объектомъ для обитателей Марса, если у нихъ есть телескопы.

По размѣрамъ эти тѣла меньше всѣхъ тѣхъ, какія мы видимъ въ солнечной системѣ за исключеніемъ, можетъ быть, Эроса и, пожалуй, еще нѣкоторыхъ изъ болѣе слабыхъ астероидовъ. По фотометрическимъ оцѣнкамъ В. Пикеринга (W. Pickering) діаметры спутниковъ не очень далеки отъ 12 километровъ. Ихъ видимые намъ размѣры, слѣдовательно, довольно близки къ тѣмъ размѣрамъ, какіе имѣло бы небольшое яблоко, повѣшенное надъ Ярославлемъ, для наблюдателя съ телескопомъ въ Москвѣ. Въ этомъ отношеніи они рѣзко отличаются отъ почти всѣхъ или даже всѣхъ другихъ спутниковъ, которые имѣютъ въ діаметрѣ тысячи километровъ. Единственнымъ исключеніемъ является пятый спутникъ Юпитера, который будетъ описанъ въ главѣ о Юпитерѣ и его спутникахъ. Хотя этотъ послѣдній гораздо меньше тысячи километровъ въ діаметрѣ, но онъ долженъ быть значительно больше спутниковъ Марса.

Эти спутники оказали астрономамъ большую услугу, позволивъ точно опредѣлить массу Марса. Какъ это дѣлается, объясняется въ одной изъ слѣдующихъ главъ, въ которой излагаются способы взвѣшиванія планетъ. Спутники задаютъ также много любопытныхъ и трудныхъ вопросовъ въ теоріи тяготѣнія. Ихъ орбиты, повидимому, слегка эксцентричны и положеніе плоскостей, въ которыхъ они обращаются, измѣняется вслѣдствіе того, что планета нѣсколько расширена у экватора, что обусловлено ея вращеніемъ.

Вычисленія этихъ измѣненій и ихъ сравненіе съ наблюденіями открыли цѣлое поле изслѣдованій, изъ которыхъ особенно замѣтны труды Г. Струве.

## Группа малых планетъ

Кажущійся пробѣлъ въ солнечной системѣ между орбитами Марса и Юпитера естественно привлекалъ вниманіе астрономовъ съ тѣхъ поръ, какъ были точно опредѣлены разстоянія планетъ, а особенно, когда Боде опубликовалъ свой законъ. Онъ нашель рядъ восьми чиселъ, идущихъ въ правильной прогрессіи, и, за однимъ исключеніемъ, каждое изъ этихъ чиселъ представляло разстояніе планеты. Только одно мѣсто было пусто. Была ли эта пустота дѣйствительна или же занимавшая ее планета ускользала отъ наблюденія только по своей незначительности?

Этотъ вопросъ былъ рѣшенъ Пиацци (Piazzi), италіанскимъ астрономомъ, который имѣлъ маленькую обсерваторію въ Палермо, въ Сициліи. Это былъ ревностный наблюдатель неба, занятый составленіемъ каталога всѣхъ звѣздъ, положеніе которыхъ онъ могъ опредѣлять своими инструментами. 1 января 1801 года онъ началъ новое столѣтіе открытіемъ звѣзды на томъ мѣстѣ, гдѣ раньше не было ничего; и эта звѣзда скоро оказалась долгожданной планетой. Она получила имя *Цереры*, богини хлѣбной нивы.

Незначительные размѣры планеты возбудили удивленіе. Когда была опредѣлена ея орбита, она оказалась очень эксцентрической. Вскорѣ затѣмъ послѣдовали новыя открыенія. Прежде чѣмъ новая планета совершила полный оборотъ послѣ своего открытія, Ольберсъ (Olbers), докторъ въ Бременѣ, отдававшій свои досуги астрономическимъ наблюденіямъ и изслѣдованіямъ, нашель другую планету, обращавшуюся въ той же самой области. вмѣсто одной большой планеты здѣсь оказалось двѣ маленькихъ. Онъ предпо-

ложилъ, что онѣ могутъ быть обломками разорвавшейся планеты и что въ такомъ случаѣ, пожалуй, ихъ можно найти еще. Послѣдняя часть его предположенія оправдалась. Въ слѣдующіе три года было открыто еще два такихъ маленькихъ тѣла, такъ что общее число ихъ достигло четырехъ.

Въ такомъ положеніи дѣло оставалось около сорока лѣтъ. Въ 1845 году нѣмецъ Генке (Hencke) нашелъ пятую планету. Въ слѣдующемъ году прибавилась шестая и начался любопытный рядъ открытій, который годъ за годомъ довелъ число извѣстныхъ въ настоящее время малыхъ планетъ или астероидовъ до пятисотъ слишкомъ.

### Охота за астероидами.

До 1890 года открытіемъ этихъ тѣлъ занимались немногіе наблюдатели, которые отдавали особенное вниманіе этимъ поискамъ и ловили слабыя свѣтила, какъ охотникъ дичь. Они ставили, такъ сказать, западни, нанося на карту массу мелкихъ звѣздъ какой-нибудь небольшой области неба вблизи эклиптики, ознакамливались хорошо съ ихъ положеніемъ и поджидали гостей. Если гость появлялся, то онъ былъ членомъ группы малыхъ планетъ и охотникъ клалъ его себѣ въ сумку.

Появился цѣлый рядъ охотниковъ за планетами, изъ коихъ нѣкоторые мало извѣстны какими-нибудь другими астрономическими трудами. Въ пятидесятыхъ годахъ успѣшнѣе всѣхъ работалъ Гольдшмидтъ (Goldschmidt), изъ Парижа—ювелиръ, если я не ошибаюсь. Три астероида открылъ Фергюсонъ (Ferguson) на Вашингтонской обсерваторіи, но всѣхъ превзошелъ въ этомъ отношеніи Пализа (Palisa), изъ Вѣны. Въ Америкѣ особенно успѣшно работали Петерсъ (С. Н. F. Peters) изъ Клинтонна и Ватсонъ изъ Анн-Арбора. Послѣдніе три наблюдателя довели число астероидовъ до двухсотъ съ лишнимъ.

Около 1890 года было найдено, что фотографія даетъ въ руки гораздо болѣе легкое и дѣйствительное средство находить эти объекты. Астроному нужно направить свой телескопъ на небо и фотографировать звѣзды съ довольно длинной экспозиціей—полчаса или около того. Настоящія звѣзды выйдутъ на негативѣ маленькими круглыми точками.

Но если между ними попадетъ планета, то она будетъ двигаться относительно звѣздъ и потому ея изображеніе получится въ видѣ короткой линіи, а не точки. вмѣсто того, чтобы тщательно обслѣдовать небо, наблюдателю нужно только рассмотретьъ внимательно свою фотографическую пластинку. Эта задача гораздо легче, такъ какъ планету можно узнать сразу по ея черточкѣ.

Въ послѣднее время почти каждый годъ открывали дюжину или больше этихъ тѣлъ. Конечно, съ теченіемъ времени остающіеся неизвѣстными астероиды по величинѣ все меньше и открывать ихъ дѣлается все труднѣе. Но предѣла ихъ числу пока не видно никакого. Многіе изъ открытыхъ недавно весьма незначительны, но число ихъ, повидимому, растетъ вмѣстѣ съ ихъ незначительностью. Даже бѣльшія изъ этихъ тѣлъ такъ малы, что въ обыкновенные телескопы кажутся только точками, какъ звѣзды, и диски ихъ трудно увидѣть даже въ самые сильные инструменты. Сколько можно опредѣлить, поперечники наибольшихъ изъ нихъ—открытыхъ, конечно, раньше всѣхъ—достигаютъ только пятисотъ или шестисотъ километровъ. Размѣры самыхъ незначительныхъ можно опредѣлять только приближенно по ихъ яркости. Они имѣютъ въ поперечникѣ, можетъ быть, сорокъ—пятьдесятъ километровъ.

### Орбиты астероидовъ.

Орбиты этихъ тѣлъ большею частью очень эксцентричны. Напримѣръ, для Полигимніи эксцентриситетъ достигаетъ приблизительно 0,33; это означаетъ, что въ перигелии она на треть ближе къ солнцу, чѣмъ ея среднее разстояніе, въ афелии же на треть дальше. Случайно ея среднее разстояніе близко какъ разъ къ тремъ астрономическимъ единицамъ (разстояніямъ земли отъ солнца); ея наименьшее разстояніе отъ солнца составляетъ такимъ образомъ двѣ, наибольшее четыре такихъ единицы, вдвое больше перваго.

Такъ же замѣчателенъ значительный наклонъ большей части орбитъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ онъ превосходитъ двадцать градусовъ, а для Паллады достигаетъ двадцати восьми градусовъ.

Въ настоящее время мысль Ольберса, что эти тѣла мо-

гутъ быть обломками планеты, разорванной какимъ-то взрывомъ, оставлена. Орбиты распредѣляются въ пространствѣ чрезчуръ широко для того, чтобы онѣ когда-нибудь раньше могли пересѣкаться. А такъ бы и должно было быть, еслибы астероиды когда-нибудь составляли одно тѣло. Согласно взглядамъ нашего времени эти тѣла съ самаго начала были тѣмъ, чѣмъ они представляются намъ теперь. По теоріи первичной туманности вещество всѣхъ планетъ нѣкогда составляло кольца туманной матеріи, двигавшіяся вокругъ солнца. У всѣхъ другихъ планетъ вещество этихъ колецъ постепенно собиралось около наиболѣе плотной точки кольца, концентрируясь такимъ образомъ въ одно тѣло. Здѣсь же, какъ можно предполагать, кольцо, образовавшее малыя планеты, не собралось указаннымъ путемъ, а раздѣлилось на безчисленные обломки.

### Группировка орбитъ.

Въ распредѣленіи орбитъ этихъ тѣлъ замѣчается любопытная особенность, которая можетъ пролить нѣкоторый свѣтъ на ихъ происхожденіе. Я объяснялъ уже, что планетныя орбиты очень близки къ кругамъ, но эти круги имѣютъ центры внѣ солнца. Такъ вотъ представимъ себѣ, что мы смотримъ на солнечную систему съ огромной высоты, и допустимъ, что орбиты малыхъ планетъ видимы намъ, какъ тонкіе кружки. Эти кружки будутъ казаться переплетающимися и пересѣкающимися другъ друга въ видѣ сложной сѣтки, заполняющей широкое кольцо, внѣшній поперечникъ котораго приблизительно вдвое больше внутренняго.

Но предположите, что мы можемъ взять всѣ эти кружки, какъ будто они сдѣланы изъ проволоки, и, не мѣняя ихъ величины, помѣстить ихъ центрами въ солнцѣ. Поперечники большихъ кружковъ были бы вдвое

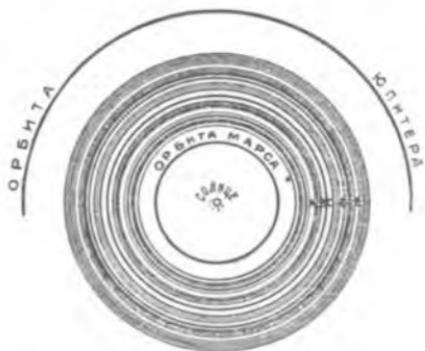


Рис. 35. Распредѣленіе малыхъ планетъ по разстояніямъ.

больше поперечниковъ малыхъ, такъ что кружки заполнили бы широкое пространство, какъ показываетъ рис. 35. И весьма любопытно, что они заполняютъ все это пространство не равномерно, а раздѣляются на ясныя группы. Эти группы указаны на рисункѣ ихъ орбитъ, данномъ выше, а также нѣсколько инымъ и болѣе полнымъ образомъ на второмъ чертежѣ, построенномъ на слѣдующихъ основаніяхъ: Каждая планета совершаетъ свое обращеніе въ извѣстное число



Рис. 36. Распределе-  
ніе средних движе-  
ній малыхъ планетъ.

сутокъ, тѣмъ большее, чѣмъ дальше планета отъ солнца. Такъ какъ полная окружность орбиты имѣетъ 1206000 секундъ дуги, то, раздѣливъ это число на время обращенія, мы получимъ въ частномъ тотъ уголъ, который въ среднемъ проходитъ планета по своей орбитѣ въ однѣ сутки. Этотъ уголъ называется *среднимъ движеніемъ* планеты. Для малыхъ планетъ оно колеблется между 400 секундами и 1000 секундъ слишкомъ; оно тѣмъ больше, чѣмъ короче время обращенія и чѣмъ ближе планета къ солнцу.

Теперь начертимъ вертикальную линію и раздѣлимъ на ней величины среднего движенія отъ 400 до 1000 секундъ черезъ каждыя десять секундъ. Между каждыми двумя мѣтками поставимъ столько точекъ, сколько существуетъ планетъ, имѣющихъ среднія движенія между этими предѣлами. Между 550 и 560", на примѣръ, помѣщается три точки. Это означаетъ, что есть три планеты, имѣющія среднее движеніе между 550 и 560". Между 550 и 570" существуетъ четыре планеты, а между 570 и 580" одна.

Затѣмъ до 610 нѣтъ ни одной, а между 610 и 620 мы находимъ шесть планетъ, за которыми слѣдуетъ еще много другихъ.

Разбирая этотъ чертежъ, мы можемъ намѣтить пять или шесть группъ. Самая внѣшняя группа лежитъ между 400 и 460". Она ближе всего къ Юпитеру. Времена обращеній здѣсь не далеки отъ восьми лѣтъ. Затѣмъ идетъ широкій

нихъ широтахъ вовсе не заходила и проходила черезъ меридианъ къ сѣверу отъ зенита. Эта особенность ея движенія была, безъ сомнѣнія, одной изъ причинъ, почему ее не открыли раньше.

Во время ея приближенія къ землѣ въ зиму 1900—1901 гг. за ней тщательно слѣдили; оказалось, что она отъ часа къ часу измѣняетъ свою яркость. Тщательное наблюдение показало, что эти измѣненія имѣли правильный періодъ приблизительно въ два съ половиной часа. За это время она слегка слабѣла и притомъ весьма равномерно. Нѣкоторые наблюдатели замѣтили, что эти минимумы не совсѣмъ одинаковы—въ каждой парѣ послѣдовательныхъ минимумовъ одинъ немного слабѣе, такъ что полный періодъ былъ пять часовъ. Было предположено на этомъ основаніи, что этотъ объектъ на самомъ дѣлѣ состоитъ изъ двухъ тѣлъ, обращающихся одно вокругъ другого, пожалуй, даже соединенныхъ въ одно. Но представляется болѣе правдоподобнымъ, что эти измѣненія свѣта обусловлены существованіемъ свѣтлыхъ и темныхъ областей на поверхности этой маленькой планеты, которая поэтому мѣняетъ свою яркость соотвѣтственно тому, свѣтлая или темная области преобладаютъ на поверхности обращеннаго къ намъ полушарія. Это обстоятельство усложнилось еще тѣмъ, что указанная измѣненія, хорошо установленныя мѣсяцами наблюдений, постепенно исчезли. Какая-то тайна окутываетъ строеніе этого тѣла.

Съ научной точки зрѣнія наибольшій интересъ, который представляетъ собою Эросъ, состоитъ въ возможности время отъ времени точно измѣрять его разстояніе при его приближеніи къ землѣ, а это, въ свою очередь, позволяетъ опредѣлять разстояніе солнца и, значитъ, также размѣры всей солнечной системы съ большей точностью, чѣмъ та, которую даютъ другіе способы. Къ сожалѣнію, наибольшія приближенія къ землѣ происходятъ только черезъ очень большіе промежутки времени. Всего досаднѣе, что такое приближеніе имѣло мѣсто въ 1892 году, раньше, чѣмъ мы открыли это тѣло. Въ это время Эросъ былъ нѣсколько разъ сфотографированъ на Гарвардской обсерваторіи, но затерялся въ массѣ окружавшихъ его звѣздъ. Его разстояніе составляло въ астрономическихъ единицахъ только шестнадцать

сотыхъ, т. е. около двадцати пяти милліоновъ километровъ, тогда какъ наименьшее разстояніе Марса отъ земли составляетъ почти семьдесятъ милліоновъ. Такого значительнаго сближенія у насъ съ нимъ больше не будетъ цѣлыхъ шестьдесятъ или, можетъ быть, даже сто лѣтъ.

Въ 1900 г. Эросъ приблизился къ землѣ на пятьдесятъ милліоновъ километровъ и различныя обсерваторіи соединились въ своихъ усиліяхъ для опредѣленія его точнаго положенія между звѣздами ночь за ночью при помощи фотографіи съ цѣлью опредѣленія его параллакса. Но планета была слаба, наблюденія трудны и до сихъ поръ неизвѣстно, въ какой мѣрѣ былъ достигнутъ успѣхъ.

Измѣненія свѣта, которыя можно было бы приписать вращенію вокругъ оси, подозрѣвались и у другихъ астероидовъ, кромѣ Эроса, но опредѣленнаго не было выяснено ничего.

## Юпитеръ и его спутники.

Юпитеръ, «планета-великанъ», является наибольшимъ послѣ солнца тѣломъ нашей солнечной системы. И въ самомъ дѣлѣ, онъ болѣе, чѣмъ втрое больше по объему и обладаетъ приблизительно втрое большей массой, чѣмъ всѣ остальные планеты вмѣстѣ. Однако, масса нашего центрального свѣтила такъ огромна, что масса Юпитера составляетъ меньше одной тысячной доли ея.

Эта планета была въ противостояніи въ октябрѣ 1904 г., будетъ снова въ ноябрѣ 1905 г. и т. д., на нѣсколько лѣтъ впередъ приблизительно мѣсяцемъ позднѣе каждый годъ. Вблизи противостоянія ее легко узнать на вечернемъ небѣ и по яркости и по цвѣту. Въ это время она представляетъ собой самый яркій послѣ Венеры объектъ неба изъ тѣхъ, которые похожи на звѣзды. Ее легко отличить отъ Марса по болѣе бѣлому цвѣту. Глядя на нее въ самый маленькій телескопъ, даже въ обыкновенную хорошую подзорную трубу, мы сейчасъ же замѣтимъ, что это не яркая точка, подобно звѣздѣ, а дискъ замѣтныхъ размѣровъ. Мы замѣтимъ также двѣ болѣе темныхъ полосы, пересѣкающихъ весь дискъ. Ихъ замѣтилъ и зарисовалъ впервые Гюйгенсъ двѣсти лѣтъ тому назадъ. Когда стали пользоваться болѣе сильными телескопическими средствами, оказалось, что эти кажущіяся полосы разрѣшились въ очень различныя облакообразныя формы и что онѣ измѣняются не только отъ мѣсяца къ мѣсяцу, но даже отъ ночи къ ночи. При помощи тщательныхъ наблюдений ихъ вида часъ за часомъ и ночь за ночью нашли, что эта планета вращается около своей оси приблизительно въ 9 часовъ 55 минутъ. Такимъ образомъ

въ одну ночь астрономъ можетъ увидѣть передъ своими глазами послѣдовательно всѣ части поверхности планеты.

Двѣ особенности этой планеты сейчасъ же поразятъ внимательнаго наблюдателя въ телескопъ. Прежде всего, ея дискъ кажется не одинаково свѣтлымъ, а постепенно слабѣющимъ къ краямъ. Самый край не яркій и рѣзкій, а нѣсколько размытый и мутный. Въ этомъ отношеніи мы находимъ здѣсь совершенную противоположность тому, что видно на лунѣ или Марсѣ. Это ослабленіе къ краямъ нѣкоторые приписываютъ плотной атмосферѣ, которая окружаетъ планету. Это возможно, но ни въ какомъ случаѣ еще недостоверно.

Другой особенностью, которую мы имѣли въ виду, является эллиптичность ея диска. Планета не вполне кругла, а сплющена у полюсовъ, какъ наша земля, но въ гораздо большей мѣрѣ. Самый внимательный наблюдатель, который смотрѣлъ бы на нашу землю съ другой планеты, не могъ бы увидѣть отклоненія отъ сферической формы, у Юпитера же это отклоненіе весьма замѣтно. Оно должно происходить отъ ея быстрого вращенія вокругъ оси, которое заставляеть ея экваторіальныя области какъ бы вздуться, что въ меньшей мѣрѣ имѣеть мѣсто и на землѣ.

### Поверхность Юпитера.

Подробности поверхности Юпитера при наблюденіи въ телескопъ почти такъ же разнообразны, какъ облака, которыя мы видимъ въ нашей атмосферѣ. Часто встрѣчаются удлиненные полосы облаковъ, производимыя, повидимому, тою же причиною, которая производитъ слоистыя облака на землѣ, именно теченіями въ атмосферѣ. Между этими облаками часто бываютъ видны круглыя бѣлыя пятна. Облака иногда имѣютъ розовый отбѣнокъ, особенно вблизи экватора. Всего темнѣе и рѣзче они выступаютъ въ среднихъ широтахъ по обѣ стороны экваторіальнаго пояса. Именно это и производитъ тѣ темныя полосы, которыя видны въ маленькіе телескопы.

Видъ Юпитера почти во всѣхъ отношеніяхъ рѣзко отличается отъ Марса или Венеры. Когда сравниваешь его съ Марсомъ, то самымъ рѣзкимъ отличіемъ является полное отсутствіе неизмѣнныхъ деталей. Для Марса можно чертить

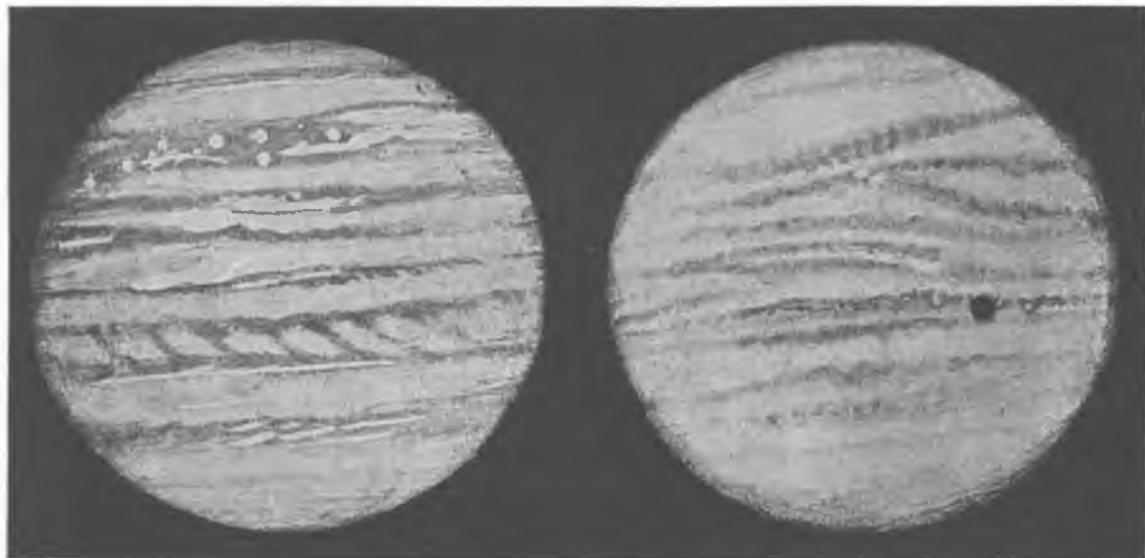


Рис. 37—38. Видь Юпитера въ телескопъ; на правомъ рисункѣ видна тѣнь спутника, пересекающая планету.

карты и провѣрять ихъ правильность наблюденіями отъ однихъ поколѣній къ другимъ, но что-нибудь вродѣ карты Юпитера вслѣдствіе отсутствія постоянства есть вещь совершенно невозможная.

Несмотря на это отсутствіе устойчивости, извѣстны нѣкоторыя особенности, державшіяся цѣлые годы, и нѣкоторыя изъ нихъ, быть можетъ, постоянны. Самой замѣчательной изъ нихъ было большое красное пятно, которое около 1878 г. появилось въ среднихъ широтахъ южнаго полушарія планеты. Нѣсколько лѣтъ оно оставалось очень замѣтнымъ объектомъ, сейчасъ же бросающимся въ глаза своимъ цвѣтомъ. Спустя десять лѣтъ оно начало блѣднѣть, но неравномѣрно. Иногда оно, казалось, исчезало совсѣмъ, а затѣмъ снова становилось ярче. Измѣненія эти продолжаютъ, но съ 1893 г. пятно обыкновенно или слабо, или невидимо. Если пятно исчезло окончательно, то такъ незамѣтно, что точнаго времени его исчезновенія указать нельзя. Нѣкоторые наблюдатели съ хорошимъ зрѣніемъ и теперь еще заявляютъ, что временами его можно видѣть.

### Строеніе Юпитера.

Вопросъ о строеніи этой интересной планеты все еще остается нерѣшеннымъ. Мы не имѣемъ еще гипотезы, которая объясняла бы всѣ факты; эти факты даютъ много матеріала для догадокъ, но не доказываютъ ясно ничего, развѣ только отрицательно.

Быть можетъ, самой замѣчательной особенностью этой планеты является ея небольшая плотность. Ея поперечникъ приблизительно въ одиннадцать разъ больше поперечника земли. Отсюда слѣдуетъ, что по объему она должна превосходить землю больше, чѣмъ въ тысячу триста разъ. Масса же ея превосходитъ земную лишь немного болѣе, чѣмъ въ триста разъ. Отсюда вытекаетъ, что ея плотность должна быть меньше плотности земли; и дѣйствительно, она превосходитъ плотность воды приблизительно только на одну треть. Простое вычисленіе показываетъ, что сила тяжести на ея поверхности въ два—три раза больше силы тяжести на поверхности земли. При такомъ огромномъ притяженіи, можно предпологать, ея внутренность должна быть страшно сжа-

та и плотность тамъ сравнительно велика. Такъ оно, конечно, должно быть, если планета состоитъ изъ твердаго или жидкаго вещества, изъ какого состоитъ поверхность земли. Изъ одного этого факта слѣдовало бы заключить, что по крайней мѣрѣ ея внѣшнія части состоятъ изъ газообразнаго вещества. Но какъ согласовать такое состояніе съ устойчивостью краснаго пятна въ теченіе цѣлыхъ двадцати пяти лѣтъ? Въ этомъ лежитъ самое большое затрудненіе вопроса.

Тѣмъ не менѣе мы должны необходимо принять эту гипотезу безъ значительныхъ измѣненій. Кромѣ того доказательства присутствія паровъ, какое даетъ постоянно измѣняющійся видъ планеты, мы имѣемъ еще другое почти неопровержимое подтвержденіе этого въ законѣ вращенія. Именно, Юпитеръ оказывается похожимъ на солнце въ томъ отношеніи, что его экваторіальная область вращается въ меньшее время, чѣмъ области среднихъ широтъ, хотя первая должна проходить большій путь. Таковъ, вѣроятно, законъ вращенія газообразныхъ тѣлъ вообще. Такимъ образомъ представляется вѣроятнымъ, что Юпитеръ имѣетъ извѣстное сходство съ солнцемъ по своему физическому строенію, и этотъ взглядъ вполне соотвѣтствуетъ его виду въ телескопъ. Разница во временахъ вращенія на экваторѣ и въ среднихъ широтахъ достигаетъ, сколько мы знаемъ, приблизительно пяти минутъ. Именно, экваторіальный поясъ вращается въ девять часовъ пятьдесятъ минутъ, а среднія широты въ девять часовъ пятьдесятъ пять минутъ. Этому соотвѣтствуетъ разница въ скорости движеній между ними около трехсотъ километровъ въ часъ,—разница, повидимому, невозможная для жидкой поверхности.

Весьма замѣчательно, однако, что до сихъ поръ опредѣленнаго закона вращенія въ различныхъ широтахъ, какъ это сдѣлано для солнца, найдено не было. Еслибы мы желали удовлетвориться результатами тѣхъ скудныхъ наблюденій, какія имѣются въ нашемъ распоряженіи, то мы могли бы придти къ заключенію, что эта разница періодовъ получается не постепеннымъ накопленіемъ по мѣрѣ перехода отъ экватора къ полюсу, но происходитъ почти сразу, достигая величины пяти минутъ въ очень узкомъ промежуткѣ на извѣстной широтѣ. Принять этотъ взглядъ окончательно, однако, нельзя,

пока не накопится больше наблюдений, и точныя изслѣдованія по этому вопросу весьма желательны.

Еще одной чертой сходства Юпитера съ солнцемъ является то, что оба они въ центрѣ своего диска ярче, чѣмъ на краяхъ. На Юпитерѣ это ослабленіе замѣтно очень рѣзко. Особенно внѣшній край диска размытъ гораздо больше, чѣмъ у какой-либо другой планеты.

Видимое сходство поверхностей Юпитера и солнца въ связи съ яркостью планеты привело къ предположенію, что Юпитеръ, пожалуй, вполнѣ или отчасти есть тѣло самосвѣтящееся. Это опять-таки вопросъ, который еще требуетъ рѣшенія. Предположенію, что эта планета можетъ испускать много собственнаго свѣта, повидимому, противорѣчитъ тотъ фактъ, что ея спутники, разъ они попадаютъ въ ея тѣнь, исчезаютъ совершенно. Такимъ образомъ мы можемъ съ полною достовѣрностью утверждать, что Юпитеръ не испускаетъ достаточно свѣта для того, чтобы при немъ одномъ можно было видѣть спутники. Едвали можно предполагать поэтому, чтобы спутники получали отъ планеты хотя одну сотую долю того свѣта, какой она сама получаетъ отъ солнца. Точно также оказывается, что тотъ свѣтъ, который посылаетъ Юпитеръ, нѣсколько меньше того, который онъ самъ получаетъ отъ солнца. Другими словами, весь свѣтъ, который онъ испускаетъ (если мы будемъ имѣть въ виду только его количество), можетъ быть отраженнымъ свѣтомъ; для этого планета не должна была бы быть ярче, чѣмъ бѣлая тѣла на поверхности земли. Но это всетаки оставляетъ открытымъ вопросъ, не даютъ ли, можетъ быть, бѣлая пятна, которыя иногда такъ много ярче остальной планеты, больше свѣта, чѣмъ можетъ на нихъ падать. И этотъ вопросъ еще не изслѣдованъ.

Ко всѣмъ этимъ фактамъ лучше всего подходитъ предположеніе, что эта планета имѣетъ твердое ядро такой же плотности, какъ земля и всякая другая твердая планета, а незначительная средняя плотность всей массы обусловлена газообразнымъ состояніемъ вещества, которое окружаетъ это ядро. По всей вѣроятности, ядро имѣетъ очень высокую температуру, приближающуюся, пожалуй, къ температурѣ поверхности солнца; но по мѣрѣ поднятія въ газообразную

атмосферу эта температура постепенно падаетъ, какъ это предполагается и для солнца; отсюда можетъ происходить, что на самой поверхности ни одно изъ веществъ, видимыхъ намъ, не имѣетъ температуры достаточно высокой, чтобы излучать замѣтное количество тепла.

Въ общемъ Юпитеръ можно охарактеризовать, какъ небольшое солнце, поверхность котораго охладилась на столько, что больше не испускаетъ собственнаго свѣта.

### Спутники Юпитера.

Когда Галилей впервые направилъ свой маленькій телескопъ на планету Юпитеръ, онъ былъ восхищенъ и пораженъ: планету сопровождали четыре маленькихъ спутника. Слѣдя за ними ночь за ночью, онъ замѣтилъ, что они обращаются около своего центрального тѣла такъ, какъ согласно теоріи, не вполне еще признанной въ его время, планеты обращаются около солнца. Это замѣчательное сходство съ солнечной системой явилось сильнымъ доводомъ въ пользу Коперниковой теоріи.

Эти тѣла можно видѣть въ обыкновенную зрительную трубу или даже въ хорошій бинокль. Думали даже, что при хорошемъ зрѣніи иногда можно видѣть ихъ и непосредственно. Безъ сомнѣнія, они такъ же ярки, какъ и самыя слабыя изъ звѣздъ, видимыхъ невооруженнымъ глазомъ, но блескъ планеты является, повидимому, непреодолимымъ препятствіемъ даже и при самомъ остромъ зрѣніи. Араго (Arago), мнѣ кажется, рассказывалъ исторію объ одной дамѣ, которая утверждала, что она можетъ видѣть ихъ во всякое время и даже указывать ихъ положеніе. Однако, оказалось, что она указывала ихъ на сторонѣ планеты, противоположной той, гдѣ они находились на самомъ дѣлѣ. Оказалось—по крайней мѣрѣ, такъ предположили—, что она брала ихъ положенія изъ астрономическаго календаря, въ которомъ давались чертежи ихъ расположенія, но гдѣ рисунки были даны въ обратномъ видѣ (какъ они видны въ обыкновенный телескопъ). Впрочемъ, вполне вѣроятно, что, когда два внѣшнихъ спутника случайно окажутся приблизительно на одной прямой линіи съ планетой, ихъ можно видѣть, благодаря ихъ соединенному свѣту.

Судя по измѣреніямъ Барнарда, можно думать, что эти

тѣла имѣютъ въ поперечникѣ отъ трехъ до пяти тысячъ километровъ. Слѣдовательно, по величинѣ они отличаются отъ нашей луны не много.

До 1892 г. было извѣстно только четыре спутника; въ этомъ году, при помощи большого Ликскаго телескопа, Барнардомъ былъ открытъ пятый спутникъ, гораздо болѣе близкій къ планетѣ, чѣмъ четыре остальныхъ. Онъ дѣлаетъ оборотъ нѣсколько менѣе, чѣмъ въ двѣнадцать часовъ,—самый короткій извѣстный намъ періодъ, за исключеніемъ періода внутренняго спутника Марса. Этотъ періодъ, однако, всетаки нѣсколько больше времени вращенія планеты. Ближайшій слѣдующій спутникъ, самый внутренній изъ четырехъ извѣстныхъ раньше и все еще называемый первымъ, совершаетъ свое обращеніе приблизительно въ однѣ сутки восемнадцать съ половиною часовъ, тогда какъ самый внѣшній требуетъ для своего полнаго оборота около семидесяти сутокъ. <sup>1)</sup>

По своей слабости пятый спутникъ является самымъ труднымъ изъ всѣхъ извѣстныхъ намъ объектовъ солнечной системы. Человѣческій глазъ съ увѣренностью можетъ видѣть его только при помощи самыхъ могучихъ телескоповъ. Его орбита замѣтно эксцентрическая. Вслѣдствіе сплюснутости Юпитера она имѣетъ ту замѣчательную особенность, что ея большая ось, а, значить, и мѣсто наибольшей близости къ Юпитеру совершаетъ приблизительно въ теченіе года полный оборотъ по орбитѣ.

Иногда поднимался вопросъ, дѣйствительно ли эти спутники имѣютъ шарообразную форму, какъ планеты и большинство другихъ спутниковъ. Нѣкоторые наблюдатели, особенно Барнардъ и В. Пикерингъ, замѣчали любопытныя измѣненія въ формѣ перваго спутника, когда онъ проходитъ черезъ дискъ планеты. Одинъ разъ онъ казался двойнымъ. Но тщательными и многократными наблюденіями Барнардъ показалъ, что это явленіе частью происходило отъ различной яркости фона, на который проектировался спутникъ, а

<sup>1)</sup> Во время печатанія русскаго изданія настоящей книги было получено изъ Америки извѣстіе, что на той же Ликской Обсерваторіи Перриномъ (Perrine) открытъ еще одинъ спутникъ у Юпитера—шестой. Свѣдѣнія о немъ еще очень скудны; онъ очень слабъ и находится отъ планеты дальше пяти остальныхъ.

частью вслѣдствіе различій въ яркости частей самого спутника.

При своемъ движеніи вокругъ планеты эти тѣла представляютъ много интересныхъ явленій, доступныхъ телескопу среднихъ размѣровъ, именно затменія и прохожденія черезъ дискъ планеты. Конечно, Юпитерь, какъ всякое другое непрозрачное тѣло, отбрасываетъ тѣнь. При своемъ движеніи спутники почти всегда проходятъ черезъ тѣнь въ той части своего пути, которая лежитъ позади планеты. Исключеніе представляетъ только четвертый, самый далекій спутникъ, который можетъ проходить выше или ниже тѣни, какъ наша луна проходитъ выше или ниже тѣни земли. Когда спутникъ входитъ въ тѣнь, то онъ постепенно слабѣетъ и наконецъ совершенно исчезаетъ изъ виду.

Такимъ же образомъ спутники обыкновенно проходятъ черезъ дискъ планеты въ той части своего пути, которая лежитъ по сю сторону планеты. Какъ общее правило, когда спутникъ вступаетъ на дискъ планеты, онъ кажется ярче ея вслѣдствіе того, что край планеты темнѣе. Но по мѣрѣ приближенія къ центральной части, онъ начинаетъ дѣлаться темнѣе фона планеты. Разумѣется, это происходитъ не отъ какого-нибудь измѣненія яркости планеты, но только отъ того, что планета, какъ было уже упомянуто, въ своихъ центральныхъ частяхъ ярче, чѣмъ на краяхъ.

Еще интереснѣе и красивѣе тѣнь спутника, которую при такихъ обстоятельствахъ часто можно видѣть на поверхности планеты въ видѣ чернаго кружка, движущагося рядомъ съ самимъ спутникомъ. Такая тѣнь видна на рисункѣ Юпитера на стр. 170.

Всѣ явленія спутниковъ Юпитера, включая прохожденія ихъ и ихъ тѣней, даются напередъ въ астрономическихъ календаряхъ, такъ что наблюдатель всегда можетъ знать, гдѣ слѣдуетъ ожидать затменія или прохожденія.

Затменія самага внутренняго изъ четырехъ старыхъ спутниковъ происходятъ черезъ промежутки меньше двухъ сутокъ. Отмѣчая эти моменты, наблюдатель въ неизвѣстныхъ странахъ можетъ опредѣлять свою долготу легче, чѣмъ какимъ-нибудь другимъ способомъ. Онъ долженъ сначала опредѣлить ошибку своихъ часовъ противъ мѣстнаго времени

при помощи нѣкоторыхъ простыхъ астрономическихъ наблюдений, обычныхъ для всѣхъ астрономовъ и моряковъ. Такимъ образомъ онъ находитъ мѣстное время, въ которое произошло затменіе спутника. Онъ сравниваетъ его съ временемъ, предсказаннымъ въ календарѣ, и разность этихъ моментовъ даетъ его долготу, какъ это было указано въ главѣ о времени и долготѣ.

Главный недостатокъ этого способа заключается въ томъ, что онъ не очень точенъ. Наблюденія момента такого затменія сомнительны до значительной доли минуты. Одна же минута соотвѣтствуетъ пятнадцати минутамъ долготы или двадцати шести километрамъ на экваторѣ. Въ полярныхъ областяхъ, вслѣдствіе бѣльшаго сближенія меридіановъ, вліяніе этой ошибки гораздо меньше. Такимъ образомъ этотъ методъ является весьма цѣннымъ для полярныхъ изслѣдователей.

## Сатурнъ и его система.

Ближайшимъ къ Юпитеру по размѣрамъ и массѣ между планетами является Сатурнъ. Онъ совершаетъ свое обращеніе вокругъ солнца въ двадцать девять съ половиною лѣтъ. Когда планета бываетъ видна, то случайному наблюдателю вообще легко узнать ее по слегка красноватой окраскѣ и по ея положенію на небѣ. Въ ближайшія нѣсколько лѣтъ Сатурнъ будетъ въ противостояннн сначала лѣтомъ, а затѣмъ осенью, каждый годъ двѣнадцатую или тринадцатую днями позже. Противостояніе будетъ имѣть мѣсто въ 1904—5 гг. въ августѣ, въ 1906—8 гг. въ сентябрѣ, въ 1909—10 въ октябрѣ и т. д. Въ это время каждый вечеръ можно будетъ видѣть Сатурнъ по наступленіи темноты на востокъ или юго-востокъ; по мѣрѣ наступленія ночи онъ будетъ двигаться къ точкѣ юга. Онъ очень похожъ на Арктуръ, который въ ближайше годы будетъ виденъ въ это время года высоко въ небѣ на югѣ или юго-западѣ или ниже на западѣ.

Сатурнъ по яркости далеко уступаетъ Юпитеру; зато его кольца дѣлаютъ его великолѣпнѣйшимъ объектомъ всей солнечной системы. На всемъ небѣ нѣтъ ничего подобнаго имъ и неудивительно, что они были загадкой для первыхъ астрономовъ, наблюдавшихъ ихъ при помощи телескопа. Галилею они сначала казались двумя ручками у планеты. Черезъ годъ или два ручки исчезли. Какъ мы знаемъ теперь, это произошло отъ того, что вслѣдствіе движенія планеты по ея орбитѣ кольца стали ребромъ къ намъ и были поэтому такъ тонки, что ихъ вовсе нельзя было видѣть въ несовершенный телескопъ Галилея. Но это исчезновеніе сильно смутило тосканскаго ученаго, который, говорятъ, боялся,

что онъ сталъ жертвой какой-нибудь иллюзіи въ этомъ отношеніи и потому пересталъ наблюдать Сатурнъ. Въ это время онъ уже становился старъ и оставилъ другимъ продолжать эти наблюденія. Разумѣется, ручки вскорѣ появились снова, но узнать, что это такое, не было возможности. Болѣе, чѣмъ сорокъ лѣтъ спустя, загадку разрѣшилъ Гюйгенсъ, великій голландскій астрономъ и физикъ, который объявилъ, что планета окружена тонкимъ плоскимъ кольцомъ, нигдѣ не касающимся ея и наклоннымъ къ эклиптикѣ.

### Спутники Сатурна.

Помимо своихъ колецъ Сатурнъ окруженъ свитой восьми спутниковъ,—ихъ у него больше, чѣмъ у какой-нибудь другой планеты. Подозрѣвали существованіе девятаго, но это еще ждетъ подтвержденія <sup>1)</sup>. Они очень различны по размѣрамъ и разстояніямъ отъ планеты. Одинъ изъ нихъ, Титанъ, можно видѣть и въ маленькій телескопъ, а самый слабый только въ очень сильные телескопы.

Титанъ былъ открытъ Гюйгенсомъ какъ разъ въ то время, когда онъ выяснилъ истинную природу колецъ. Съ этимъ связана маленькая исторія, выплывшая только недавно, благодаря изданію переписки Гюйгенса. Согласно принятому въ то время обычаю, нашъ астрономъ хотѣлъ обезпечить первенство открытія, не опубликовавая его, тѣмъ, что выразилъ его въ анаграммѣ, т.е. въ собраніи буквъ, которыя при надлежащей разстановкѣ могли бы указать читателю, что спутникъ Сатурна совершаетъ свое обращеніе въ пятнадцать дней. Копія этой анаграммы была послана знаменитому англійскому математику Валлису (Wallis). Въ своемъ отвѣтѣ послѣдній поблагодарилъ Гюйгенса за вниманіе и написалъ, что онъ тоже имѣетъ нѣчто передать, давши анаграмму длиннѣе Гюйгенсовой. Когда послѣдній истолковалъ свою анаграмму Валлису, онъ получилъ къ своему изумленію въ отвѣтъ рѣшеніе анаграммы Валлиса, которая содержала то же самое открытіе, но, конечно, другими словами и длиннѣе. Оказалось, что Валлисъ, который былъ знатокомъ дешифрированія, хотѣлъ доказать ненужность этой системы

<sup>1)</sup> Наблюденія 1904 года дали его и существованіе девятаго спутника, получившаго имя Фебы (Phoebe), теперь не подлежитъ сомнѣнію.

и составилъ свою собственную анаграмму о томъ же самомъ открытіи уже послѣ того, какъ узналъ, въ чемъ оно состояло. Гюйгенсъ не оцѣнилъ этой шутки.

### Измѣненія вида Сатурновыхъ колець.

Въ 1666 году была основана Парижская обсерваторія—одно изъ великихъ научныхъ учреждений Франціи, украсившихъ царствованіе Людовика XIV. Здѣсь Кассини открылъ дѣленіе кольца, показывающее, что на самомъ дѣлѣ кольцо состоитъ изъ двухъ колець, одно внутри другого, въ одной и той же плоскости. Внѣшнее изъ этихъ колець кажется опять-таки какъ будто дѣлящимся линіей, носящей названіе дѣленія Энке (Encke) въ честь астронома, который первый замѣтилъ его, но природа этого дѣленія въ точности еще не выяснена. Достоверно, что оно не такъ рѣзко и ясно очерчено, какъ дѣленіе Кассини, и кажется только слабой чертой.

Для объясненія различнаго вида колець мы даемъ рисунокъ, на которомъ показано, какой видъ имѣютъ они и планета, если смотрѣть на нихъ сверху (чего на самомъ дѣлѣ не можетъ быть). Мы сначала замѣчаемъ темное дѣленіе

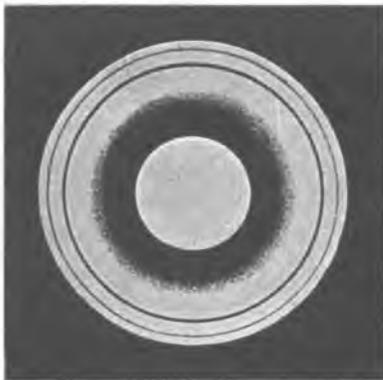


Рис. 39. Видъ Сатурновыхъ колець сверху.

Кассини, раздѣляющее кольцо пополамъ—на внутреннее и внѣшнее, болѣе узкое. На этомъ внѣшнемъ кольцѣ мы видимъ слабое сѣрое дѣленіе Энке, гораздо менѣе замѣтное и гораздо труднѣе видимое, чѣмъ первое. Что касается внутренняго кольца, то оно постепенно слабѣетъ къ внутреннему краю, гдѣ оканчивается сѣрой границей, извѣстной подъ именемъ «туманнаго кольца». Его впервые описалъ Бондъ на Гарвардской обсерваторіи и его долго считали отдѣльнымъ,

самостоятельнымъ кольцомъ. Но тщательное наблюденіе показываетъ, что этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ. Туманное кольцо

соединяется съ кольцомъ, лежащимъ виѣ его, и послѣднее просто постепенно переходитъ въ него.

Кольца Сатурна наклонены подъ угломъ около двадцати семи градусовъ къ плоскости его орбиты и, при обращеніи планеты вокругъ солнца, они сохраняютъ свое направленіе въ пространствѣ. Результатъ этого можно видѣть на рис. 40, который показываетъ орбиту планеты вокругъ

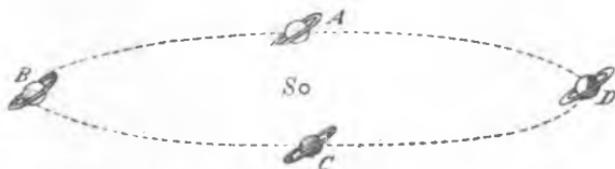


Рис. 40. Объясненіе неизмѣнности направленія плоскости Сатурновыхъ колецъ при движеніи планеты вокругъ солнца.

солнца въ перспективѣ. Когда планета находится въ D, солнце освѣщаетъ сѣверную (верхнюю) сторону кольца. Семь лѣтъ спустя, когда планета переходитъ въ A, кольцо обращается къ солнцу ребромъ. Послѣ прохождения A, солнце свѣтитъ уже на южную (нижнюю) сторону подъ угломъ, который непрерывно возрастаетъ до мѣста B, гдѣ наклонъ больше всего—двадцать семь градусовъ. Затѣмъ, при переходѣ планеты въ C, гдѣ кольцо снова обращается къ солнцу ребромъ, наклонъ уменьшается. Отъ этой точки къ D и до A солнце опять освѣщаетъ сѣверную сторону.

Въ сравненіи съ Сатурномъ земля такъ близка къ солнцу, что кольца имѣютъ для насъ приблизительно тотъ же видъ, какой и для наблюдателя на солнцѣ. Въ теченіе промежутка въ пятнадцать лѣтъ мы будемъ видѣть сѣверную сторону колецъ, подъ самымъ широкимъ угломъ въ срединѣ этого промежутка. Съ теченіемъ времени этотъ уголъ дѣлается меньше и кольца обращаются къ намъ все больше и больше ребромъ, пока не превратятся въ простую линію, пересекающую планету, или, можетъ быть, не исчезнуть совершенно. Затѣмъ въ теченіе слѣдующихъ пятнадцати лѣтъ они снова раскрываются и опять суживаются. Такъ они исчезли въ 1892 г. и снова исчезнутъ въ 1907 г.

Зная теперь дѣйствительную форму колецъ, мы можемъ объяснить и ихъ видъ. Кольца видны всегда подъ очень

косымъ угломъ—не больше двадцати семи градусовъ. Общій видъ планеты и колець виденъ на рис. 40. Лучше всего ихъ наблюдать, когда они видны подъ значительнымъ угломъ.

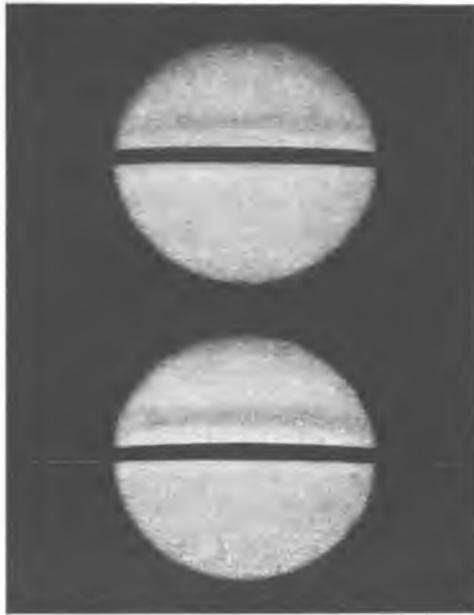


Рис. 41—42. Исчезновение колець Сатурна по Барнардъ, когда они видны съ ребра.

Тогда можно видѣть дѣленія и туманное кольцо. Тѣнь ядра планеты на колець бываетъ видна въ видѣ темной дуги. Темная линія поперекъ планеты, въ видѣ каймы внутренняго кольца, есть тѣнь кольца на планетѣ.

Очень интересны довольно рѣдкіе случаи, когда плоскость кольца проходитъ между землею и солнцемъ. Тогда солнце освѣщаетъ одну сторону кольца, а мы видимъ другую, конечно подъ очень небольшимъ угломъ. Шансы наблюдать Сатурнъ въ такое время довольно невелики, особенно въ послѣдніе годы. Въ двухъ послѣднихъ изъ этихъ случаевъ, въ 1877 и 1892 гг., возможность такихъ наблюденій длилась всего нѣсколько дней, когда планета была въ невыгодномъ положеніи для нихъ. Тѣмъ не менѣе въ октябрѣ 1892 г. Барнардъ могъ наблюдать Сатурнъ на Ликской об-

серваторіи и нашель, что кольца были совершенно невидимы, хотя можно было видѣть ихъ тѣнь на планетѣ. Какъ это показываетъ, кольца такъ тонки, что съ ребра они невидимы и въ могучій телескопъ.

### Что такое кольца?

Когда было выяснено, что тѣ же законы механики, которые мы знаемъ на землѣ, управляютъ также движеніемъ небесныхъ тѣлъ, кольца Сатурна задали новую загадку. Что удерживаетъ эти кольца на мѣстѣ? Что удерживаетъ планету отъ столкновенія съ внутреннимъ кольцомъ, которое произвело бы «разрушеніе вещества и крушеніе міровъ», какъ говоритъ стихъ Адиссона, и которое обратило бы все это великолѣпное зданіе въ развалины? Одно время предполагали, что жидкое кольцо было бы обезпечено противъ такой катастрофы, но затѣмъ было доказано, что это невѣрно. Наконецъ было выяснено, что кольца вовсе не могутъ быть неразрывно-связанными тѣлами, но что они просто облака мельчайшихъ тѣлецъ, какъ бы маленькихъ спутниковъ, быть можетъ, небольшихъ кусочковъ вродѣ камешковъ или пыли или даже что-нибудь вродѣ облака дыма. Этотъ выводъ былъ неизбѣженъ, но долго не имѣлъ непосредственнаго доказательства. Послѣднее далъ, наконецъ, спектроскопъ въ рукахъ Килера (Keeler<sup>1)</sup>). Онъ нашель, что, когда свѣтъ колець растянуть въ спектръ, то темныя спектральныя линіи не проходятъ черезъ него прямо, но изогнуты и изломаны извѣстнымъ образомъ и именно такъ, что несомнѣнно вещество колець обращается вокругъ планеты съ неодинаковою скоростью. На виѣшнемъ краю оно движется медленнѣе всего, къ внутреннему краю скорость постепенно возрастаетъ и всюду она такая, какую имѣлъ бы спутникъ, обращающійся на этомъ разстояніи вокругъ планеты. Это великолѣпное открытіе было сдѣлано на Аллегенской обсерваторіи (С. Америка).

### Система спутниковъ Сатурна.

Объявляя о своемъ открытіи спутника Титана, Гюйгенсъ поздравлялъ себя съ тѣмъ, что теперъ солнечная сис-

<sup>1)</sup> и одновременно Бьлопольскаго въ Пулковѣ.

пробѣль большой, чѣмъ разстояніе Гиперіона, а за нимъ находится Япетъ, самый внѣшній изъ тѣхъ, которые намъ пока хорошо извѣстны.

Между періодами спутниковъ существуетъ интересное соотношеніе, которое состоитъ въ томъ, что періодъ третьяго спутника почти ровно вдвое больше періода перваго, а періодъ четвертаго почти вдвое больше періода втораго. Такимъ же образомъ четыре оборота Титана довольно точно равняются тремъ оборотамъ Гиперіона.

Результатомъ послѣдняго соотношенія является очень интересное взаимодѣйствіе этихъ двухъ спутниковъ другъ на друга въ силу ихъ взаимнаго притяженія. Для поясненія мы даемъ чертежъ ихъ орбитъ. Орбита Гиперіона, болѣе далекаго изъ этихъ двухъ, очень эксцентрическая, какъ это видно на рисункѣ. Предположимъ, что въ извѣстный моментъ

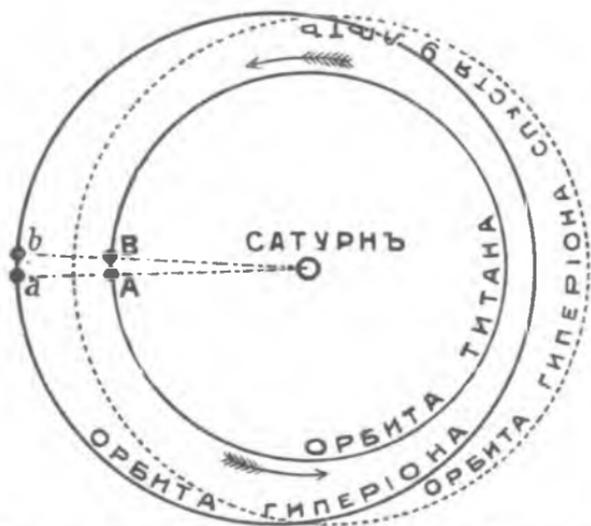


Рис. 43. Соотношеніе орбитъ Титана и Гиперіона.

эти спутники находятся въ соединеніи, Титанъ, внутренній и болѣе большой изъ этихъ двухъ, въ точкѣ А, Гиперіонъ въ точкѣ а возлѣ него. Черезъ шестьдесятъ четыре дня Титанъ пройдетъ четыре полныхъ оборота, Гиперіонъ—три, вслѣдствіе чего они снова будутъ весьма близко къ соединенію, хотя не совсѣмъ въ той же самой точкѣ: Титанъ дойдетъ до точки В, Гиперіонъ до точки b. При третьемъ соединеніи

оба они будутъ немного выше линіи *Vb* и т.д. На самомъ дѣлѣ послѣдовательныя соединенія происходятъ ближе другъ около друга, чѣмъ это можно было представить на рисункѣ. Въ теченіе девятнадцати лѣтъ точка соединенія будетъ медленно передвигаться по всему кругу и въ концѣ этого періода спутники снова будутъ въ соединеніи въ точкѣ *A*.

Въ результатѣ этого медленнаго движенія точки соединенія по всему кругу орбита Гиперіона или, точнѣе, ея большая ось передвигается вмѣстѣ съ точкой соединенія; такимъ образомъ, соединеніе всегда происходитъ тамъ, гдѣ разстояніе между этими двумя орбитами будетъ наибольшее. Пунктирная линія показываетъ, какимъ образомъ орбита Гиперіона перемѣстится на полкруга въ девять лѣтъ.

Интересно, что это явленіе, сколько мы знаемъ, есть единственное въ своемъ родѣ и что нигдѣ въ солнечной системѣ оно не повторяется. Впрочемъ, нѣчто очень похожее, можетъ быть, существуетъ между первымъ и третьимъ и между вторымъ и четвертымъ спутниками Сатурна.

Еще замѣчательнѣе, что вслѣдствіе взаимнаго притяженія вещества колецъ и спутниковъ всѣ эти тѣла, исключая только самое внѣшнее, находятся совершенно въ одной плоскости. Дѣйствіемъ солнечнаго притяженія, еслибы ничто не уравновѣшивало его, орбиты этихъ тѣлъ черезъ нѣсколько тысячъ лѣтъ были бы приведены въ различныя плоскости, которыя всѣ, однако, имѣли бы одинъ и тотъ же наклонъ къ плоскости орбиты Сатурна. Вслѣдствіе взаимнаго притяженія спутниковъ плоскости орбитъ держатся всѣ вмѣстѣ, какъ еслибы онѣ были неразрывно связаны съ планетой.

### Физическое строеніе Сатурна.

Между физическимъ строеніемъ этой планеты и строеніемъ ея сосѣда Юпитера существуетъ замѣчательное сходство. Они оба одинаково замѣчательны незначительностью своей плотности,—плотность Сатурна меньше даже плотности воды. Другой пунктъ сходства представляетъ ихъ быстрое вращеніе: Сатурнъ вращается около своей оси въ десять часовъ четырнадцать минутъ, слѣдовательно, немного медленнѣе Юпитера. Поверхность этой планеты, повидимому, также усѣяна облакообразными формами, подобными Юпи-

теровымъ, но гораздо болѣе слабыми, такъ что видѣть ихъ сколько-нибудь отчетливо невозможно.

То, что было сказано относительно вѣроятной причины небольшой плотности Юпитера, въ равной мѣрѣ прилагается и къ Сатурну. Вѣроятно, планета имѣетъ сравнительно небольшое, но плотное ядро, окруженное громадной атмосферой, и то, что мы видимъ, есть только внѣшняя поверхность этой атмосферы.

Любопытенъ фактъ, который подтверждаетъ этотъ взглядъ: спутникъ Титанъ гораздо плотнѣе планеты. Его объемъ составляетъ около одной десятитысячной объема планеты. Масса же его, опредѣленная по движеніямъ Гиперіона, составляетъ 1:1300-ую часть массы планеты.

## Уранъ и его спутники.

По порядку разстояній отъ солнца Уранъ является седьмою большою планетою. Его обыкновенно считаютъ телескопическою планетою; но человекъ съ хорошимъ зрѣніемъ безъ труда можетъ видѣть Уранъ невооруженнымъ глазомъ, если только онъ знаетъ точно, гдѣ искать его, чтобы быть въ состояніи отличить его отъ многочисленныхъ звѣздъ такой же яркости. Еслибы кто-нибудь изъ древнихъ астрономовъ разсматривалъ небо ночь за ночью такъ же тщательно, какъ наблюдалъ Гульдъ (Gould) южное небо при основаніи Кордобской обсерваторіи (Аргентина), то ему пришлось бы отказатьсь отъ положенія, что существуетъ только семь планетъ.

Уранъ былъ открытъ въ 1782 г. В. Гершелемъ, который сначала счелъ было его ядромъ кометы. Но его движеніе скоро показало, что это невозможно, и авторъ открытія вскорѣ нашель, что это былъ новый членъ солнечной системы. Изъ благодарности къ своему царственному патрону Георгу III онъ предложилъ назвать ее *Georgium sidus* (Георгова звѣзда); это имя удерживалось въ Англии около семидесяти лѣтъ. Нѣкоторые европейскіе астрономы предложили называть ее по имени автора открытія и ей часто давали имя *Гершеля*. Но около 1850 г. имя *Урана*, предложенное Боде (авторъ «закона»), впервые и всегда употреблявшееся въ Германіи, было принято всюду.

Когда опредѣлили орбиту этой планеты и можно было прослѣдить путь, пройденный ею за предшествующіе годы, выяснился любопытный фактъ, что планету видѣли и отмѣтили приблизительно за столѣтіе передъ тѣмъ, а также за

нѣсколько лѣтъ до того. Флэмстидъ (Flamsteed), королевскій астрономъ Англiи, во время составленiя каталога звѣздъ внесъ ее, какъ звѣзду, пять разъ между 1600 и 1715 гг. Что было еще удивительнѣй, Лемоннье (Lemonnier) на Парижской обсерваторiи отмѣтилъ ее восемь разъ въ теченiе двухъ мѣсяцевъ—декабря 1768 и января 1769 г. Но онъ не прочислилъ и не сравнилъ своихъ наблюденiй и, пока Гершель не объявилъ своего открытiя, Лемоннье не зналъ, какой огромный призъ былъ у него въ рукахъ цѣлыхъ десять лѣтъ.

Перiодъ обращенiя Урана равенъ восьмидесяти четыремъ годамъ, такъ что его положенiе на небѣ мѣняется отъ года къ году только немного. Въ теченiе первыхъ десяти лѣтъ нашего вѣка онъ будетъ вблизи той области Млечнаго Пути, которая видна лѣтомъ и осенью низко на югѣ. Вслѣдствiе этого его будетъ трудно найти простымъ глазомъ.

Разстоянiе Урана приблизительно вдвое больше разстоянiя Сатурна. Въ астрономическихъ единицахъ оно составляетъ 19,2, въ нашихъ обычныхъ мѣрахъ 2870000000 километровъ.

Вслѣдствiе громадности этого разстоянiя трудно видѣть съ достовѣрностью какiя-нибудь детали на его поверхности. Въ хорошiй телескопъ онъ представляется слабымъ дискомъ зеленоватаго оттѣнка. Нѣкоторымъ наблюдателямъ казалось, что они видѣли очень слабыя детали на его поверхности, но, вѣроятно, это иллюзiя. Можно считать вѣрнымъ, что онъ вращается вокругъ своей оси. Очевидныхъ указаний на это нѣтъ никакихъ и перiодъ его, разумѣется, неизвѣстенъ, но измѣренiя Барнарда даютъ небольшое сжатiе его диска, что указываетъ, если это вѣрно, на существованiе быстрого вращенiя.

Спектроскопъ показываетъ, что строенiе Урана существенно отличается отъ строенiя всѣхъ шести планетъ, которыя обращаются между нимъ и солнцемъ. Ни одна изъ послѣднихъ не даетъ спектра, рѣзко отличнаго отъ спектра обыкновеннаго солнечнаго свѣта. Когда же въ спектръ разлагается свѣтъ Урана, то въ немъ видно нѣсколько болѣе или менѣе темныхъ полосъ, совершенно непохожихъ на линiи обыкновеннаго спектра. Въ самомъ ли дѣлѣ эти полосы суть то,

чѣмъ онѣ кажутся, или же онѣ состоятъ изъ множества тонкихъ темныхъ линій, невидимыхъ въ отдѣльности вслѣдствіе слабости свѣта, до сихъ поръ не рѣшено; но есть вѣроятность, что это именно такъ. Такъ или иначе этотъ спектръ указываетъ, что свѣтъ, отраженный отъ планеты, проходитъ черезъ плотную среду, по строенію совершенно отличную отъ нашей атмосферы. Определить природу этой среды пока невозможно.

### Спутники Урана.

Существуетъ четыре такихъ тѣла, движущихся вокругъ Урана при его путешествіи по орбитѣ. Два внѣшніе его спутника можно видѣть въ телескопъ съ поперечникомъ уже отъ тридцати сантиметровъ, внутренніе же—только въ самые могучіе телескопы въ мірѣ. Трудность ихъ наблюденія обусловлена не ихъ малыми размѣрами, такъ какъ они, вѣроятно, почти или даже и совсѣмъ равны другимъ, но тѣмъ, что они теряются въ блескѣ самой планеты.

Исторія этихъ свѣтилъ не безынтересна. Кромѣ двухъ болѣе яркихъ Гершель до 1800 г. видѣлъ временами, какъ онъ думалъ, еще четыре другихъ; вслѣдствіе этого болѣе полувѣка Урану приписывали шесть спутниковъ: за все это время не было построено телескопа, который превосходилъ бы телескопы Гершеля.

Затѣмъ около 1845 г. Ласселль въ Англіи взялся за сооруженіе рефлекторовъ и создалъ два большихъ инструмента: одинъ въ два, другой въ четыре фута отверстіемъ. Послѣдній онъ взялъ позднѣе на островъ Мальту того, чтобы производить наблюденія подъ прекраснымъ небомъ Средиземнаго моря. Здѣсь онъ вмѣстѣ со своимъ помощникомъ занялся тщательнымъ изслѣдованіемъ Урана и пришелъ къ выводу, что ни одинъ изъ добавочныхъ спутниковъ, которые предполагалъ Гершель, въ дѣйствительности не существовалъ. Но съ другой стороны, они нашли два новыхъ спутника такъ близко къ планетѣ, что ихъ не могъ видѣть ни одинъ изъ прежнихъ наблюдателей. Цѣлыхъ двадцать лѣтъ этихъ вновь открытыхъ тѣлъ искали напрасно при помощи самыхъ лучшихъ европейскихъ телескоповъ того времени и нѣкоторые астрономы усумнились даже въ ихъ

существованіи. Однако, зимою 1873 г. ихъ нашли въ 65-сантиметровый Вашингтонскій телескопъ, который только что былъ законченъ, и оказалось, что они движутся совершенно согласно съ наблюденіями Ласселля.

Самой замѣчательной особенностью этихъ тѣлъ является то, что ихъ орбиты приблизительно перпендикулярны къ орбитѣ планеты. Вслѣдствіе этого на орбитѣ послѣдней есть два противоположныхъ мѣста, въ которыхъ орбиты спутниковъ представляются намъ съ ребра. Когда Уранъ находится вблизи одного изъ этихъ мѣстъ, мы на землѣ видимъ, что спутники какъ бы качаются вверхъ и внизъ въ направленіи отъ сѣвера къ югу по обѣ стороны планеты, какъ чечевица маятника. Затѣмъ по мѣрѣ движенія планетъ видимыя орбиты медленно раскрываются. Черезъ двадцать лѣтъ мы видимъ ихъ подъ прямымъ угломъ. Теперь онѣ кажутся намъ почти круговыми, но годъ за годомъ, соотвѣтственно движенію планеты по своему пути, онѣ снова сокращаются. Въ послѣдній разъ орбиты были видны съ ребра въ 1882 г. и снова будутъ видимы такъ около 1924 г. Въ теченіе нѣсколькихъ ближайшихъ лѣтъ орбиты будутъ видны въ приблизительно перпендикулярномъ направленіи, что всего благопріятнѣе для наблюденія спутниковъ.

Вполнѣ возможно, что продолженіе этихъ наблюденій дастъ астроному возможность придти къ рѣшенію до сихъ поръ неразрѣшимой задачи о вращеніи Урана вокругъ его оси. Спутники Марса, Юпитера и Сатурна движутся въ плоскостяхъ, очень близкихъ къ экваторіальнымъ плоскостямъ тѣхъ планетъ, которымъ они принадлежатъ. Если это вѣрно относительно Урана, то, значить, экваторъ этой планеты приблизительно перпендикуляренъ къ ея орбитѣ и ея сѣверный полюсъ въ двухъ противоположныхъ положеніяхъ на орбитѣ долженъ указывать почти какъ разъ на солнце. А если это такъ, то времена года должны быть отмѣчены тамъ гораздо рѣзче, чѣмъ на нашей землѣ. Только на экваторѣ Урана или вблизи него обитатель этой планеты будетъ видѣть солнце каждый день. Если онъ живетъ въ среднихъ широтахъ, то у него будутъ періоды въ пять или десять нашихъ лѣтъ, когда солнце вовсе не будетъ подниматься надъ его горизонтомъ. Затѣмъ, быстро двигаясь вверхъ, оно

начнетъ восходить и заходить, давая ему день и ночь, а съ теченіемъ времени оно поднимется такъ далеко къ сѣверному полюсу, что не будетъ заходить вовсе столько же времени, сколько раньше оно не восходило.

Тотъ фактъ, что всѣ спутники обращаются почти совершенно въ той же самой плоскости, подтверждаетъ этотъ взглядъ, но еще далеко не доказываетъ его, такъ какъ не лишено возможности, что плоскости орбитъ спутниковъ удерживаются вмѣстѣ ихъ взаимодействіемъ. Если же это такъ и если экваторъ Урана не совпадаетъ съ плоскостью орбитъ, то послѣднія съ теченіемъ вѣковъ будутъ подвергаться измѣненіямъ, которыя смогутъ опредѣлить наши потомки. Такимъ путемъ они будутъ въ состояніи узнать кое-что объ экваторѣ и полюсахъ Урана даже, если ихъ телескопы не будутъ достаточно сильны, чтобы представить тому очевидныя доказательства.

## IX

### Нептунъ и его спутникъ.

Сколько пока извѣстно, Нептунъ есть самая внѣшняя планета солнечной системы. По размѣрамъ и массѣ онъ не очень отличается отъ Урана, но вслѣдствіе того, что разстояніе его больше (30 астрономическихъ единицъ вмѣсто 19.2), онъ слабѣе и наблюдать его труднѣе. Онъ находится далеко за предѣломъ видимости невооруженнымъ глазомъ, но самый умѣренный телескопъ покажетъ его, если только сумѣть отличить его отъ многочисленныхъ звѣздъ такой же яркости, которыя усыпаютъ небо. Для этого нужны болѣе утонченныя и сложныя астрономическія приспособленія.

Увидѣть Нептунъ въ видѣ диска можно только при помощи телескопа значительной силы. Онъ имѣетъ въ такомъ случаѣ голубоватый или свинцовый оттѣнокъ, замѣтно отличающійся отъ зеленоватаго, какъ море, цвѣта Урана. Разумѣется, узнать о его вращеніи около оси изъ непосредственныхъ наблюденій нѣтъ никакой возможности. Въ его спектрѣ видны полосы, какъ и у Урана, и вѣроятно оба эти тѣла очень сходны по своему строенію.

Открытіе Нептуна въ 1846 г. считается однимъ изъ самыхъ замѣчательныхъ триумфовъ математической астрономіи. Его существованіе стало извѣстнымъ, благодаря притяженію имъ планеты Урана раньше, чѣмъ получились какія-либо другія указанія. Исторія обстоятельствъ, поведшихъ къ этому открытію, такъ интересна, что мы вкратцѣ укажемъ ея главные моменты.

#### Исторія открытія Нептуна.

Въ двадцатыхъ годахъ девятнадцатаго вѣка выдающійся математикъ-астрономъ Буваръ (Bouvard), въ Парижѣ, вычис-

лил новыя таблицы движеній Юпитера, Сатурна и Урана, которые въ то время считались тремя самыми ви́шними планетами. Дѣйствія этихъ планеть, производимыя ихъ притяженіемъ другъ на друга, онъ взялъ изъ вычисленій Лапласа (Laplace). Ему удалось довольно хорошо подогнать свои таблицы къ наблюденнымъ движеніямъ Юпитера и Сатурна, но всѣ его усилія согласовать таблицы съ наблюденными положеніями Урана оказались напрасными. Если онъ бралъ только наблюденія, сдѣланныя послѣ открытія Гершеля, дѣло выходило довольно хорошо; но не было никакой возможности согласовать ихъ съ прежними наблюденіями Флэмстида и Лемоннье, когда планету принимали еще за неподвижную звѣзду. Поэтому онъ отбросилъ эти старыя наблюденія, подогналъ свою орбиту къ новымъ и опубликовалъ свою таблицу. Вскорѣ, однако, оказалось, что планета стала уходить отъ своего предвычисленнаго положенія, и астрономы начали недоумѣвать, въ чемъ тутъ дѣло. Правда, уклоненіе было очень невелико для невооруженнаго глаза; въ самомъ дѣлѣ, еслибъ было двѣ планеты, одна на дѣйствительномъ, а другая на предвычисленномъ мѣстѣ, то невооруженный глазъ увидѣлъ бы только одну звѣзду. Но телескопъ показалъ бы ихъ въ большемъ отдаленіи.

Такъ дѣло обстояло до 1845 г. Въ это время въ Парижѣ жилъ молодой математикъ-астрономъ Леверье, уже создавшій себѣ въ наукѣ имя нѣсколькими изслѣдованіями, которыя онъ представилъ въ академію наукъ и которыя внушили Араго (Arago) весьма высокое мнѣніе о способностяхъ Леверье. Араго обратилъ его вниманіе на вопросъ о движеніи Урана и предложилъ изслѣдовать этотъ вопросъ. Леверье пришла въ голову мысль, что упомянутыя уклоненія были произведены, можетъ быть, притяженіемъ неизвѣстной планеты, находящейся по ту сторону Урана. Онъ принялся вычислять, по какой орбитѣ должна двигаться нѣкоторая планета, чтобы производить ихъ, и свои результаты представилъ академіи наукъ лѣтомъ 1846 г.

Случайно въ Кэмбриджскомъ университетѣ раньше, чѣмъ началъ свою работу Леверье, одинъ англійскій студентъ Дж. Адамсъ (Adams) додумался до той же самой мысли и взялся за ту же самую работу. Онъ получилъ свой выводъ

даже раньше ЛЕВЕРЬЕ и сообщилъ его англійскому королевскому астроному. Оба эти астронома вычислили современное положеніе неизвѣстной планеты, такъ что для отысканія этой планеты нужно было осматривать небо въ указанной области, если только, конечно, планету можно было отличить отъ неподвижной звѣзды. Однако, королевскій астрономъ Эри (Airy), къ сожалѣнію, не повѣрилъ вычисленіямъ Адамса и считалъ вѣроятность найти планету слишкомъ незначительной, чтобы стоило взяться за кропотливую работу такихъ поисковъ, пока его вниманіе не было привлечено предсказаніемъ ЛЕВЕРЬЕ и близкимъ согласіемъ результатовъ этихъ двухъ вычислителей.

Теперь надо было взяться за задачу отысканія планеты. Очень тщательныя наблюденія надъ звѣздами соотвѣтственной части неба стали дѣлать Чаллисъ (Challis), въ Кэмбриджѣ. Нужно сказать: въ виду того, что съ несовершенными инструментами того времени отличить слабую планету въ огромной массѣ неподвижныхъ звѣздъ, которыя усѣвали небо вокругъ нея, было нелегко, необходимо было опредѣлить положенія возможно большого числа звѣздъ, если можно, по нѣскольکو разъ; тогда изъ сравненія наблюденій можно было увидѣть, не сдвинулась ли какая-нибудь изъ нихъ со своего мѣста.

Въ то время какъ Чаллисъ былъ занятъ этой работой, ЛЕВЕРЬЕ вспомнилъ, что въ Берлинѣ астрономы занимались нанесеніемъ звѣздъ на карту. Онъ написалъ поэтому Энке, директору Берлинской обсерваторіи, прося поискать эту планету. Случайно въ это время Берлинскіе астрономы какъ разъ закончили карту той части неба, въ которую помѣщали планету. Въ тотъ же самый вечеръ, какъ было получено письмо, они взяли карту къ телескопу и стали искать, не видно ли въ телескопъ чего-нибудь, чего не было на картѣ. Очень скоро такой предметъ былъ найденъ и, когда сравнили его положеніе съ положеніемъ окружающихъ звѣздъ, онъ обнаружилъ, повидимому, небольшое движеніе. Но Энке былъ очень остороженъ и подождалъ подтвержденія открытія до слѣдующей ночи. Какъ оказалось, объектъ сдвинулся настолько, что сомнѣній оставаться не могло, и онъ написалъ ЛЕВЕРЬЕ, что планета существуетъ на самомъ дѣлѣ.

Когда эта новость пришла въ Англію, Чаллисъ сталъ пересматривать свои наблюденія и нашель, что онъ дѣйстви-тельно наблюдалъ планету два раза. Къ сожалѣнію, однако, онъ не прочислилъ и не сравнилъ своихъ наблюденій и такимъ образомъ потерялъ случай найти планету раньше, чѣмъ ее увидѣли въ Берлинѣ.

Вопросъ о заслугахъ Адамса возбудилъ большіе споры, такъ какъ Араго во Франціи утверждалъ, что въ исторіи этого вопроса имени Адамса незачѣмъ и упоминать—вся слава принадлежитъ Леверье. Онъ основывался здѣсь на томъ, что слава должна принадлежать не тому, кто сдѣлалъ что-нибудь впервые, а тому, кто первый опубликовалъ работу. Англичане же указывали на то, что Адамсъ на самомъ дѣлѣ опередилъ Леверье и, хотя не напечаталъ своей статьи, но все же сообщилъ ее обществу и далъ возможность Чаллису, если не признать, то увидѣть планету, и потому ему принадлежитъ извѣстная доля славы. Весь поднятый такимъ образомъ вопросъ былъ вопросомъ чести и позднѣйшіе астрономы избрали совершенно правильный путь, высоко чествуя обоихъ за этотъ чудесный трудъ.

### Спутникъ Нептуна.

Вновь найденную планету, разумѣется, наблюдали астрономы всего свѣта. Въ результатъ Ласселль вскорѣ нашель, что у Нептуна есть спутникъ. Его можно было наблюдать въ то время на немногихъ обсерваторіяхъ, обладавшихъ достаточно сильными телескопами, чтобы видѣть его. Время его обращенія оказалось равнымъ приблизительно шести днямъ.

Самую интересную особенность этого спутника составляетъ то, что онъ движется съ востока на западъ, то есть обратно тому, какъ движутся всѣ тѣла солнечной системы, за исключеніемъ спутниковъ Урана. У спутниковъ Урана движеніе нельзя считать восточнымъ или западнымъ, скорѣе его слѣдуетъ назвать сѣвернымъ или южнымъ.

Было бы очень интересно знать, вращается ли планета Нептунъ около своей оси въ томъ же направленіи, въ какомъ движется спутникъ. Но этого нельзя опредѣлить, ибо онъ такъ далекъ и его дискъ такъ слабъ и размытъ, что на

немъ нельзя увидѣть никакихъ подробностей. Въ самомъ дѣлѣ, если мы припомнимъ, что вращеніе такой близкой къ намъ планеты, какъ Венера, еще не было опредѣлено съ достовѣрностью, то мы легко поймемъ, какъ мало надежды на успѣхъ въ опредѣленіи вращенія Нептуна.

Однако, несмотря на это, существуетъ замѣчательное свидѣтельство того, что планета быстро вращается. Оказывается, что положеніе орбиты спутника медленно мѣняется изъ года въ годъ. За тѣ полвѣка, въ которые идутъ наблюденія, эти измѣненія дошли до нѣсколькихъ градусовъ. Единственное предположеніе, которымъ это можно объяснить, состоитъ въ томъ, что Нептунъ, какъ земля и другія быстро-вращающіяся планеты, есть сплюснутый эллипсоидъ и что плоскость экватора планеты не совпадаетъ съ плоскостью орбиты спутника. Со временемъ астрономъ изъ этого движенія сможетъ опредѣлить положеніе полюса и экватора планеты Нептуна, но на это потребуется еще столѣтіе наблюденій или даже нѣсколько столѣтій.

## Какъ измѣряются небесныя разстоянія.

Небесныя разстоянія можно опредѣлять способомъ сходнымъ съ тѣмъ, которымъ пользуется топографъ для опредѣленія разстоянія до недоступнаго предмета, напримѣръ, вершины горы. Двѣ точки А и В берутся за базисъ, отъ котораго мѣряется разстояніе третьей точки С. Поставивъ свой инструментъ въ А, топографъ мѣряетъ уголъ между В и С. Поставивъ его затѣмъ въ В, онъ измѣряетъ уголъ

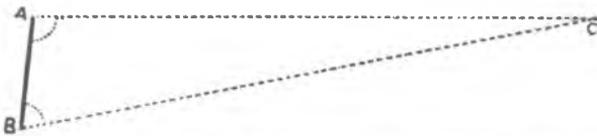


Рис. 44. Опредѣленіе разстоянія недоступнаго предмета триангуляціей.

между А и С. Такъ какъ сумма трехъ угловъ треугольника всегда равна ста восьмидесяти градусамъ, то уголъ при С можно найти, вычтя изъ этой величины сумму угловъ А и В. Легко видѣть, что уголъ при С есть тотъ уголъ, подъ которымъ выбранный базисъ будетъ виденъ наблюдателю въ С. Такой уголъ вообще называется *параллаксомъ*. Это есть разность направлений на точку С изъ точекъ А и В.

Нетрудно видѣть, что при данной длинѣ базиса параллаксъ предмета будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше его разстояніе. При достаточно большомъ разстояніи параллаксъ будетъ такъ малъ, что наблюдатель не сможетъ обнаружить его. Линіи ВС и АС будутъ имѣть тогда одно и то же направление. Разстояніе, на которомъ уже нельзя обнаружить

параллакса, зависитъ разумѣется отъ точности измѣреній и отъ длины базиса.

Луна есть ближайшее къ намъ небесное тѣло и, значитъ, имѣетъ наибольшій параллаксъ. Поэтому ея разстояніе можно опредѣлить точнѣе всего. Уже Птолемей, жившій сто или двѣсти лѣтъ послѣ Р. Х., могъ приблизительно измѣрить разстояніе луны. Но параллаксъ любой планеты такъ малъ, что его можно опредѣлить только при помощи самыхъ тонкихъ инструментовъ.

Концами базиса, употребляемаго для такого опредѣленія, могутъ быть двѣ любыя точки на поверхности земли, напримеръ, обсерваторіи въ Гриничѣ и на мысѣ Доброй Надежды. При прохожденіяхъ Венеры, которыя мы уже описывали, былъ устроенъ цѣлый рядъ станцій въ разныхъ точкахъ земной поверхности, на которыхъ отмѣчалось положеніе Венеры въ началѣ и концѣ ея прохожденія.

Этотъ способъ опредѣленія разстояній называется *триангуляціей*.

Только что изложенная сущность триангуляціи позволяетъ уяснить себѣ только общій принципъ, прилагаемый въ этой задачѣ. Не трудно видѣть, что для наблюдателей въ далекихъ частяхъ земли совершенно невозможно опредѣлять точное направленіе планеты въ одинъ и тотъ же моментъ. Дѣйствительное опредѣленіе параллакса требуетъ сочетанія наблюдений, слишкомъ сложнаго, чтобы его можно было излагать здѣсь, но основнымъ принципомъ остается изложенное выше.

Для того чтобы получить размѣры всей солнечной системы, нужно знать разстояніе отъ насъ только одной какой-нибудь планеты въ данный моментъ. Орбиты и движенія всѣхъ планетъ можно изобразить на картѣ съ какой угодно точностью, но съ этой картой мы были бы въ такомъ же положеніи, какъ еслибы имѣли точную карту какой-нибудь мѣстности, но только безъ масштаба. Мы не можемъ измѣрить разстояніе отъ одной точки до другой, пока не знаемъ масштаба. Астроному нуженъ именно масштабъ къ картѣ солнечной системы, который онъ до сихъ поръ не могъ опредѣлить даже при помощи самыхъ тонкихъ инструментовъ съ тою точностью, какой желалъ бы.

минуты позади своего средняго положенія<sup>1)</sup>; въ полнолуніе она возвращается къ нему, а затѣмъ уходитъ впередъ и въ послѣдней четверти бываетъ на двѣ минуты впереди своего средняго положенія. Во время новолунія она снова приходитъ къ своему среднему мѣсту. Такимъ образомъ движеніе луны во кругъ земли сопровождается небольшимъ колебательнымъ движеніемъ. Величина этого колебанія обратно пропорціо нальна разстоянію солнца. Отсюда можно опредѣлить его разстояніе, измѣривъ эту величину. Очень трудно измѣрить колебаніе, подобное этому, безъ ошибки; кромѣ того задача опредѣленія того, какое смѣщеніе должно производиться солнцемъ на данномъ разстояніи, принадлежитъ къ труднымъ задачамъ небесной механики, и эта задача до сихъ поръ не была рѣшена настолько удовлетворительно, чтобы дать результатъ свободный отъ сомнѣній.

Четвертый способъ также основанъ на притяженіи. Еслибы мы только знали точное соотношеніе между массой земли и солнца, т. е. еслибы мы могли точно опредѣлить, во сколько разъ солнце тяжелѣе земли, то мы могли бы вычислить, на какомъ разстояніи должна находиться земля отъ солнца, чтобы совершать оборотъ вокругъ него въ одинъ годъ. Такимъ образомъ единственнымъ затрудненіемъ является сравненіе вѣса земли съ вѣсомъ солнца. Его можно сдѣлать точнѣе всего, опредѣливъ тѣ измѣненія въ положеніи орбиты Венеры, которыя производитъ притяженіе земли. Изъ сравненія положеній орбиты Венеры по ея прохожденіямъ въ 1761, 1769, 1874 и 1882 гг. было найдено, что ея орбита дѣйствительно обладаетъ движеніемъ, согласно которому масса солнца въ 332 600 разъ больше массы земли и луны вмѣстѣ. Такимъ образомъ мы можемъ вычислить разстояніе солнца еще однимъ способомъ.

### Результаты измѣреній разстоянія солнца.

Мы описали четыре способа полученія этой основной въ астрономіи величины и для того, чтобы читатель могъ видѣть, какой именно степени достовѣрности и точности достигли астрономическая теорія и измѣренія, мы даемъ ре-

<sup>1)</sup> т. е. того, которое она имѣла бы, двигаясь съ равномерною скоростью.

зультаты этихъ способовъ отдѣльно для каждаго. Первый столбецъ даетъ параллаксъ солнца, которымъ и пользуются астрономы на самомъ дѣлѣ. Это есть уголъ, подъ которымъ былъ бы виденъ экваторіальный радіусъ земли наблюдателю, находящемуся на разстояніи солнца отъ насъ. Во второмъ столбцѣ это разстояніе дано въ километрахъ.

По измѣреніямъ параллакса . . . . .	8'800,"	149 435 000 км.
„ скорости свѣта . . . . .	8'778,	149 810 000 „
„ движенію луны . . . . .	8'784,	149 708 000 „
„ опредѣленію массы земли . . . . .	8'762,	150 084 000 „

Разница между этими результатами не превосходитъ той величины, которой нужно ожидать, когда приходится имѣть дѣло съ такими сложными математическими выкладками и инструментальными измѣреніями такихъ крайне незначительныхъ величинъ. Въ этомъ близкомъ согласіи результатовъ, достигнутыхъ столь различными по своимъ основаніямъ способами, мы имѣемъ поразительное доказательство правильности астрономическихъ взглядовъ на вселенную. Но и съ разницей въ сотню тысячъ километровъ астрономъ не будетъ мириться дольше, чѣмъ это абсолютно необходимо.

## Тяготѣніе и взвѣшиваніе планетъ.

Никакой трудъ человѣческаго разума не превосходитъ въ большей мѣрѣ того, что кажется возможнымъ обыкновенному мыслящему человѣку, чѣмъ математическое изложеніе движеній небесныхъ тѣлъ подѣ влияніемъ ихъ взаимнаго тяготѣнія. Мы уже узнали кое-что объ орбитахъ планетъ вокругъ солнца; но не то, что планеты слѣдуютъ по своей орбитѣ, является основнымъ закономъ ихъ движенія, — это движеніе опредѣляется только притяженіемъ. Законъ притяженія въ той формѣ, въ которой выразилъ его Ньютонъ, выражается такъ полно, что къ нему ничего нельзя прибавить. Законъ, что всякая частица вещества во вселенной притягиваетъ всякую другую частицу съ силой, которая измѣняется обратно пропорціонально квадрату разстоянія между ними, этотъ законъ есть единственный законъ природы, который, сколько мы знаемъ, абсолютно универсаленъ и неизмѣненъ въ своемъ дѣйствіи. Всѣ другіе процессы природы измѣняются какимъ-нибудь образомъ вслѣдствіе тепла и холода, обстоятельствъ времени или мѣста, присутствіемъ или отсутствіемъ другихъ тѣлъ. Но никакое дѣйствіе, которое только человѣкъ когда-либо могъ произвести надъ веществомъ, ни на юту не мѣняетъ его тяготѣнія. Два тѣла тяготѣютъ другъ къ другу совершенно одинаково, что бы мы съ ними ни дѣлали, какія бы препятствія ни ставили между ними, какъ бы быстро они ни двигались. Всѣ другія силы природы доступны нашему изслѣдованію, одно тяготѣніе остается недоступнымъ. Философы пытались объяснить его или найти какую-нибудь причину его, но до сихъ поръ эти попытки ничего не прибавили къ нашему знанію.

Движеніе планетъ управляется ихъ тяготѣніемъ. Если бы существовала только одна планета, движущаяся вокругъ солнца, то на нее дѣйствовала бы только одна сила притяженія солнца. При помощи чисто-математическаго вычисленія можно показать, что такая планета должна описывать эллипсъ съ солнцемъ въ одномъ изъ его фокусовъ. Она вѣчно двигалась бы по этому эллипсу. Но повинуюсь нашему закону, планеты должны тяготѣть также одна къ другой. Это взаимное тяготѣніе гораздо меньше тяготѣнія къ солнцу, такъ какъ въ нашей солнечной системѣ планеты имѣютъ массы гораздо меньшія, чѣмъ центральное тѣло. Въ силу этого взаимнаго притяженія пути планетъ уклоняются отъ эллипсовъ. Ихъ орбиты очень близко, но не совсѣмъ подходятъ къ эллипсамъ. Вопросъ о ихъ движеніи все же остается чисто-математическимъ. Онъ занималъ геніальнѣйшихъ математиковъ міра со времени Ньютона. Каждое поколѣніе изучало и дополняло работу предыдущаго. Черезъ сто лѣтъ послѣ Ньютона Лапласъ и Лагранжъ (Lagrange) показали, что эллипсы, по которымъ приблизительно движутся планеты, постепенно мѣняются свою форму и положеніе. Эти измѣненія можно вычислить за тысячи, десятки тысячъ или даже сотни тысячъ лѣтъ впередъ. Такъ, мы знаемъ, что эксцентриситетъ земной орбиты теперь медленно уменьшается и что онъ будетъ еще уменьшаться приблизительно сорокъ тысячъ лѣтъ. Затѣмъ онъ начнетъ возрастать и еще черезъ много тысячъ лѣтъ онъ будетъ гораздо больше, чѣмъ теперь. То же самое относится ко всѣмъ планетамъ. Ихъ орбиты постепенно мѣняютъ свои формы и возвращаются къ прежнему черезъ десятки тысячъ лѣтъ, какъ «великіе часы вѣчности, которые отсчитываютъ вѣка, какъ наши часы отсчитываютъ секунды». Обыкновенный читатель имѣлъ бы право отнестись нѣсколько недовѣрчиво къ правильности этихъ предсказаній на тысячи лѣтъ впередъ, если бы не та поразительная точность, съ какою астрономъ-математикъ предсказываетъ движеніе планетъ. Эта точность достигается рѣшеніемъ очень трудной задачи опредѣлить дѣйствіе каждой планеты на движенія всѣхъ остальныхъ. Мы можемъ предсказать движенія этихъ тѣлъ, допустивъ, что каждая изъ нихъ движется вокругъ солнца по неизмѣн-

ному эллипсу; какъ я только что указывалъ, такъ оно было бы и на самомъ дѣлѣ, не будь притяженій другихъ тѣлъ. Въ силу этого, наши предсказанія иногда будутъ ошибочны на такія величины, которыя могутъ доходить до значительной доли градуса; а черезъ много времени, можетъ быть, даже больше того. Чтобы оцѣнить эту ошибку, можно сказать, что одинъ градусъ есть уголь, подъ которымъ будетъ видна вся ширина рамы обыкновеннаго окна на разстояніи сотни метровъ. Такимъ образомъ положеніе планеты можно предсказать такъ, что она должна находиться на прямой линіи съ одной стороною оконной рамы, а на самомъ дѣлѣ она будетъ находиться на другой сторонѣ или посрединѣ окна.

Но если принять въ расчетъ притяженіе всѣхъ другихъ планетъ, то предсказаніе станетъ настолько точнымъ, что тонкія астрономическія наблюденія едва обнаружатъ сколько-нибудь замѣтное отклоненіе. Еслибы мы намѣтили на стѣнѣ далекаго дома рядъ въ сотню точекъ на такомъ видимомъ (угловомъ) разстояніи другъ отъ друга, какъ средняя ошибка этихъ предсказаній, то весь этотъ рядъ казался бы невооруженному глазу одной точкой. Исторія открытія Нептуна, рассказанная въ предыдущей главѣ, представляетъ самый поразительный примѣръ, какой только существуетъ, достовѣрности этихъ предсказаній.

### Какъ взвѣшиваются планеты

Теперь я попытаюсь дать читателю нѣкоторое представленіе о томъ пути, которымъ математикъ-астрономъ достигаетъ этихъ удивительныхъ результатовъ. Чтобы получить ихъ, онъ, разумѣется, долженъ знать, съ какою силою каждая планета притягиваетъ другія. Эта сила пропорціональна тому, что физикъ и астрономъ называютъ *массой* притягивающей планеты. Это слово означаетъ количество вещества и вблизи насъ, на поверхности земли оно имѣетъ приблизительно то же значеніе, что и слово *вѣсъ*. Можно поэтому сказать, что когда астрономъ опредѣляетъ массу планеты, онъ взвѣшиваетъ ее. Онъ дѣлаетъ это на основаніи того же принципа, по которому торговецъ взвѣшиваетъ на пружинныхъ вѣсахъ кусокъ мяса. Когда торговецъ беретъ

его въ руки, онъ чувствуетъ рукою тяготѣніе куска мяса къ землѣ. Когда онъ вѣшаетъ кусокъ на крючокъ вѣсовъ, это тяготѣніе передается съ его руки на пружину вѣсовъ. Чѣмъ сильнѣе тяготѣніе, тѣмъ больше вытягивается пружина. Эту силу вытягиванія онъ и отсчитываетъ. Вамъ извѣстно, что это тяготѣніе есть просто притяженіе этого куска землею. Но по универсальному закону силъ кусокъ притягиваетъ землю совершенно съ тою же силой, съ какой земля притягиваетъ кусокъ. Такимъ образомъ торговецъ на самомъ дѣлѣ находитъ, съ какой силой кусокъ притягиваетъ землю, и это онъ называетъ вѣсомъ куска. На такомъ же основаніи астрономъ находитъ вѣсъ какого-нибудь тѣла, опредѣляя величину притяженія имъ какого-нибудь другого тѣла.

Желая приложить тотъ же самый принципъ къ небеснымъ тѣламъ, мы сейчасъ же наталкиваемся на трудность, которая кажется непреодолимой. Вѣдь, нельзя достать небесное тѣло, чтобы произвести взвѣшиваніе; какъ же измѣрить его тяготѣніе къ чему-нибудь? Я долженъ начать отвѣтъ съ болѣе точнаго объясненія разницы между вѣсомъ тѣла и его массой. Вѣсъ предметовъ не остается неизмѣнно однимъ и гѣмъ же по всей землѣ; предметъ, который въ Нью-Йоркѣ вѣситъ тридцать фунтовъ, въ Гренландіи будетъ вѣситъ на пружинныхъ вѣсахъ приблизительно тремя лотами больше, а на экваторѣ приблизительно тремя лотами меньше. Это происходитъ отъ того, что земля представляетъ собой не совершенно правильный шаръ, а слегка сплюснутый <sup>1)</sup>. Такимъ образомъ вѣсъ измѣняется, смотря по мѣсту. Еслибы взять кусокъ мяса въ тридцать фунтовъ на луну и тамъ взвѣсить, то онъ вытянулъ бы только пять фунтовъ, ибо луна какъ разъ во столько разъ меньше и легче земли. Но мяса оставалось бы столько же, сколько его было на землѣ. Тотъ же кусокъ мяса на планетѣ Марсѣ имѣлъ бы другой вѣсъ, а на солнцѣ еще иной, именно около восьмисотъ фунтовъ. Поэтому астрономъ говоритъ не о вѣсѣ планеты, который зависитъ отъ того, гдѣ производится взвѣшиваніе, но о массѣ планеты, которая означаетъ количество вещества независимо отъ того, гдѣ вы его взвѣшивали.

<sup>1)</sup> и отъ того, что земля вращается.

Въ то же самое время безъ всякой неточности можно условиться опредѣлять массу небеснаго тѣла вѣсомъ, который оно имѣло бы въ опредѣленномъ мѣстѣ, на примѣръ въ Нью-Йоркѣ. Но мы не можемъ вообразить въ Нью-Йоркѣ планету, которая, пожалуй, больше самой земли и потому мы воображаемъ слѣдующее: представимъ себѣ, что планета можетъ быть раздѣлена на миллионъ миллионъ миллионъ равныхъ частей и что одна изъ этихъ частей привезена въ Нью-Йоркъ и здѣсь взвѣшена. Мы могли бы легко найти ея вѣсъ въ фунтахъ или пудахъ. Затѣмъ умножьте этотъ вѣсъ на миллионъ миллионъ миллионъ и мы получимъ вѣсъ планеты. Эту величину астрономы и могли бы принять за массу планеты.

Зная это, посмотримъ, какъ можно опредѣлить вѣсъ земли. Для этого мы воспользуемся тѣмъ фактомъ, что шарообразныя тѣла одинаковой плотности притягиваютъ небольшіе предметы на ихъ поверхности съ силой, пропорціональной діаметру притягивающаго тѣла. На примѣръ, тѣло въ два метра поперечникомъ притягиваетъ вдвое сильнѣй, чѣмъ тѣло въ одинъ метръ, тѣло въ три метра втрое сильнѣе и такъ далѣе. Но наша земля имѣетъ въ поперечникѣ около тринадцати миллионъ метровъ, т. е. въ тринадцать миллионъ разъ больше, чѣмъ 1 м. Значитъ, еслибы мы сдѣлали маленькую модель земли въ 1 метръ поперечникомъ изъ вещества той же средней плотности, какъ земля, то она притягивала бы какую-нибудь частичку въ тринадцать миллионъ разъ слабѣе, чѣмъ земля. Въ главѣ о землѣ мы указывали, какъ на самомъ дѣлѣ было измѣрено притяженіе такой модели, при чемъ въ результатѣ оказалось, что вся масса земли въ пять съ половиною разъ больше массы такого же объема воды. Такимъ образомъ можно узнать эту массу.

Теперь перейдемъ къ планетамъ. Я сказалъ, что массу или вѣсъ небеснаго тѣла можно опредѣлить по притяженію имъ какого-нибудь другого тѣла. Притяженіе планеты можно измѣрить двумя способами. Въ одномъ изъ нихъ мы измѣряемъ притяженіе землею близкихъ къ ней планетъ, которыми она заставляетъ ихъ уклоняться отъ тѣхъ орбитъ, въ какихъ онѣ должны были бы двигаться сами по себѣ.

Измѣривъ эти отклоненія, можно опредѣлить величину притяженія, а отсюда и массу планеты.

Читатель легко пойметъ, что тотъ математическій процессъ, который необходимъ для получения результата этимъ путемъ, долженъ быть очень сложенъ и затруднителенъ. Для тѣхъ планетъ, которыя имѣютъ спутниковъ, обращающихся вокругъ нихъ, можно приложить гораздо болѣе простой способъ, такъ какъ притяженіе планеты можно опредѣлить по движеніямъ спутника. Первый законъ движенія учить насъ, что движущееся тѣло, если на него не дѣйствуетъ никакая сила, должно двигаться по прямой линіи. Поэтому, если мы имѣемъ тѣло, которое движется по кривой линіи, то мы знаемъ, что на него дѣйствуетъ сила въ томъ направленіи, куда уклоняется движеніе. Знакомый примѣръ этого представляетъ камень, брошенный изъ руки. Еслибы земля не притягивала камня, онъ бы двигался вѣчно по той линіи, по которой онъ былъ брошенъ и совершенно покинулъ бы землю. Но притяженіе земли во все время его полета тянетъ его внизъ, пока, наконецъ, онъ не коснется земли. Чѣмъ сильнѣе брошенъ камень, тѣмъ, разумѣется, дальше онъ полетитъ и тѣмъ больше будетъ описанная имъ кривая. У пушечнаго ядра первая часть этой кривой будетъ почти прямая линія. Еслибы мы могли выбросить ядро съ вершины высокой горы со скоростью восьми километровъ въ секунду и еслибы не существовало сопротивленія воздуха, то кривизна его пути была бы равна кривизнѣ поверхности земли и такимъ образомъ ядро никогда не коснулось бы земли, но обращалось бы по своей орбитѣ вокругъ нея, какъ маленькій спутникъ. Въ такомъ случаѣ астрономъ могъ бы, зная скорость этого ядра, вычислить притяженіе земли. Такимъ спутникомъ является луна, которая движется, какъ это ядро, и наблюдатель на Марсѣ могъ бы, измѣривъ орбиту луны, опредѣлить притяженіе земли такъ же хорошо, какъ мы опредѣляемъ его на самомъ дѣлѣ, наблюдая движеніе падающихъ тѣлъ возлѣ насъ.

Такимъ именно образомъ, когда планета, напр. Марсъ или Юпитеръ, имѣетъ спутниковъ, обращающихся вокругъ нихъ, астрономы на землѣ могутъ наблюдать дѣйствіе ея притяженія на ея спутники и отсюда опредѣлить ея массу.

Сдѣлать это очень просто. Нужно раздѣлить кубъ разстоянія спутника отъ планеты на квадратъ его времени обращенія. Въ частномъ получится число пропорціональное массѣ планеты. Это правило приложимо къ движенію луны вокругъ земли и планетъ вокругъ солнца. Если мы раздѣлимъ кубъ разстоянія земли отъ солнца, скажемъ, полтора ста милліоновъ километровъ, на квадратъ трехсотъ шестидесяти пяти съ четвертью—число дней въ году—, то мы получимъ опредѣленное частное. Назовемъ это число солнечнымъ частнымъ. Затѣмъ, если мы раздѣлимъ кубъ разстоянія луны отъ земли на квадратъ времени ея обращенія, то мы получимъ другое частное, которое можно назвать земнымъ частнымъ. Солнечное частное выйдетъ приблизительно въ триста тридцать тысячъ разъ больше земного. Отсюда заключаютъ, что масса солнца въ триста тридцать тысячъ разъ больше массы земли и что надо взять столько земныхъ шаровъ, чтобы составить такое же тяжелое тѣло, какъ солнце.

Я привожу это вычисленіе для поясненія принципа; не слѣдуетъ предполагать, что астрономъ слѣдуетъ въ точности этому пути и долженъ продѣлать только это простое вычисленіе. Движеніе луны и ея разстояніе отъ земли измѣняются вслѣдствіе притяженія солнца, такъ что ихъ дѣйствительное разстояніе другъ отъ друга есть переменная величина. На самомъ дѣлѣ астрономъ опредѣляетъ притяженіе земли, наблюдая длину маятника, отбивающаго секунды, въ различныхъ широтахъ. Затѣмъ при помощи очень тонкихъ математическихъ выкладокъ можно найти съ большой точностью, каково должно быть время обращенія маленькаго спутника на любомъ данномъ разстояніи отъ земли, и такимъ образомъ получить «земное» частное.

Но, какъ я уже указалъ, для планетъ мы должны найти это частное при помощи спутниковъ; и, къ счастью, движенія этихъ тѣлъ гораздо меньше измѣняются притяженіемъ солнца, чѣмъ движеніе луны. Такимъ образомъ, продѣлавъ это вычисленіе для внѣшняго спутника Марса, мы найдемъ, что соотвѣтственное частное равно  $\frac{1}{3} 093\ 500$  солнечнаго частнаго. Отсюда мы заключаемъ, что масса Марса составляетъ  $\frac{1}{3} 093\ 500$ -ую долю массы солнца. При помощи соотвѣтственнаго частнаго можно найти, что масса Юпитера

равна приблизительно  $\frac{1}{1047}$  массы солнца, Сатурна  $\frac{1}{3500}$ , Урана  $\frac{1}{22700}$ , Нептуна  $\frac{1}{19500}$ .

Я изложилъ только общій принципъ, при помощи котораго астрономъ достигаетъ намѣченной цѣли. Въ основѣ всей его работы лежитъ законъ тяготѣнія. Приложенія этого закона требуютъ математическихъ выкладокъ, на приведеніе которыхъ къ ихъ теперешнему состоянію потребовалось цѣлыхъ двѣсти лѣтъ и которыя еще далеки отъ совершенства. Измѣреніе разстоянія спутника не такой пустякъ, который можно сдѣлать въ одинъ вечеръ; оно требуетъ терпѣливаго труда въ теченіе мѣсяцевъ и лѣтъ, да и тогда не получается такъ точно, какъ хотѣлось бы астроному. Онъ дѣлаетъ возможно лучшее и долженъ искать удовлетворенія въ томъ, чтобы полученный имъ результатъ былъ шагомъ впередъ въ этой работѣ; это онъ постоянно и пытается дѣлать—съ перемѣннымъ успѣхомъ.

ЧАСТЬ V

КОМЕТЫ И МЕТЕОРЫ



## Кометы.

Кометы отличаются отъ тѣхъ небесныхъ тѣлъ, которыя мы до сихъ поръ изучали, своимъ особеннымъ виѣшнимъ видомъ, эксцентрическими орбитами и рѣдкостью своего появленія. Пѣкоторая тайна все еще окружаетъ вопросъ объ ихъ строеніи. Но это не уменьшаетъ интереса тѣхъ явленій, которыя онѣ представляютъ. Тщательно разсматривая эти объекты, мы находимъ въ нихъ три различныя части, которыя, однако, нельзя считать чѣмъ-нибудь отличнымъ и отдѣльнымъ другъ отъ друга, ибо онѣ переходятъ одна въ другую.

Прежде всего мы видимъ то, что невооруженному глазу кажется болѣе или менѣе яркой звѣздой. Это есть *ядро* кометы.

Ядро кометы окружаетъ туманная масса, какъ облачко, какъ клочекъ тумана, постепенно слабѣющій къ виѣшнему краю, такъ что невозможно точно опредѣлить его границу. Это есть *кома* (по-латыни волоса) или оболочка. Ядро и кома вмѣстѣ называются *головой* кометы; голова кометы похожа на звѣзду, просвѣчивающую сквозь облачко тумана или дыма.

Въ сторону отъ кометы идетъ хвостъ, который бываетъ самой различной длины. У маленькихъ кометъ хвостъ бываетъ совсѣмъ коротокъ, а у самыхъ большихъ онъ тянется огромною дугою по небу. Вблизи головы кометы онъ сравнительно узокъ и яркъ, а по мѣрѣ удаленія отъ головы дѣлается шире и слабѣе. Такимъ образомъ онъ всегда болѣе или менѣе напоминаетъ вѣеръ. Къ концу онъ ослабѣваетъ такъ постепенно, что невозможно сказать, какъ далеко глазъ можетъ прослѣдить его.

Кометы бываютъ чрезвычайно различны по своей яркости и, хотя болѣе яркія изъ нихъ представляютъ паразитальный видъ, значительное большинство этихъ объектовъ совершенно невидимо простому глазу. Это такъ называемыя *телескопическія кометы*. Однако, провести ясную границу между телескопической кометой и яркой невозможно-мы имѣемъ правильную градацію яркостей отъ самаго слабаго изъ этихъ объектовъ до наиболѣе яркаго. Иногда у телескопической кометы не видно хвоста; это бываетъ, однако, только, когда объектъ чрезвычайно слабъ. Иногда также почти совершенно отсутствуетъ ядро. Въ такомъ случаѣ можно видѣть только небольшую волосатую массу, похожую на легкое облачко, быть можетъ, чуть болѣе яркое въ центрѣ.

Сколько можно судить по лѣтописямъ, въ столѣтіе бываетъ обыкновенно отъ двадцати до тридцати кометъ, видимыхъ простому глазу. Но когда для разсматриванія неба стали пользоваться телескопомъ, то оказалось, что этихъ объектовъ больше, чѣмъ думали. Въ настоящее время ревностные наблюдатели открываютъ ихъ по нѣскольку каждый годъ. Безъ сомнѣнія, число это въ значительной мѣрѣ опредѣляется случайностью, а также опытностью въ этихъ поискахъ. Иногда одну и ту же комету находятъ независимо другъ отъ друга нѣсколько наблюдателей. Въ такомъ случаѣ честь принадлежитъ тому, кто первый точно опредѣляетъ положеніе кометы въ данное время и сообщаетъ о своемъ открытіи какой-нибудь обсерваторіи.

### Орбиты кометъ.

Вскорѣ послѣ изобрѣтенія телескопа нашли, что кометы походятъ на планеты тѣмъ, что движутся по орбитамъ вокругъ солнца. Ньютонъ показалъ, что ихъ движенія управляются притяженіемъ солнца такъ же, какъ и движеніе планетъ. Огромная разница была въ томъ, что ихъ орбиты не почти круглыя, какъ орбиты планетъ, а настолько удлиненныя, что въ большинствѣ случаевъ нельзя опредѣлить, гдѣ находится афелій, т. е. самая далекая отъ солнца точка. Такъ какъ многіе изъ нашихъ читателей пожелаютъ точнаго описанія природы кометныхъ орбитъ и законовъ, управляющихъ ими, то мы разьясимъ это нѣсколько подробнѣе.

Ньюто́нъ показаль, что тѣло, движущееся подь вліяніемъ притяженія солнца, непременно должно описывать коническое сѣченіе. Эти кривыя линіи бываютъ трехъ родовъ: эллипсъ, парабола и гипербола. Эллипсъ, какъ всѣмъ извѣстно, есть замкнутая кривая. Но парабола и гипербола совсѣмъ инныя: каждая изъ нихъ уходитъ въ безконечность по двумъ направлениямъ. Въ параболѣ эти два направлениа сближаются одно съ другимъ по мѣрѣ того, какъ мы отходимъ дальше, въ гиперболѣ же эти направлениа постоянно расходятся.



Рис. 45. Параболическая орбита кометы.

Помня эти кривыя, представимъ себѣ, что земля оставила насъ висящими въ пространствѣ въ какой-нибудь точкѣ своей орбиты, а сама продолжаетъ свой путь безъ насъ, пока, по истеченіи года, снова не возвратится къ намъ. Во время ея отсутствія, вися въ пространствѣ, мы будемъ забавляться, выпуская снаряды, которые будутъ совершать свои обращенія вокругъ солнца, какъ маленькія планеты. Въ результатѣ окажется, что всѣ ядра, выброшенные со скоростью меньшей скорости земли, иными словами меньше тридцати километровъ въ секунду, будутъ двигаться вокругъ солнца въ замкнутыхъ орбитахъ меньшихъ, чѣмъ орбита земли, въ какомъ бы направленіи мы ихъ ни посылали. Согласно очень простому и любопытному закону эти тѣла всегда будутъ имѣть тотъ же періодъ обращенія, если они были выброшены съ одинаковой скоростью. Всѣ ядра, выброшенные со скоростью земли, будутъ совершать свое обращеніе въ одинъ годъ и будутъ поэтому въ одинъ и тотъ же моментъ встрѣчаться въ той точкѣ, изъ которой они вышли. Если скорость будетъ превосходить тридцать километровъ въ секунду, то орбита будетъ больше, чѣмъ орбита земли, а періодъ обращенія будетъ тѣмъ длиннѣе, чѣмъ больше эта скорость. При скорости, превосходящей сорокъ километровъ въ секунду, притяженіе солнца не сможетъ навсегда удержать ядро и оно улетитъ куда-то по одной

изъ вѣтвей гиперболы. Это случится, по какому направленію мы ни бросимъ предметъ. Такимъ образомъ на каждомъ разстояніи отъ солнца существуетъ извѣстная предѣльная скорость и, если комета будетъ имѣть большую, то она улетитъ отъ солнца и никогда не вернется; если же ея скорость будетъ меньше, то она непременно когда-нибудь вернется.

Чѣмъ ближе къ солнцу, тѣмъ больше эта предѣльная скорость. Она измѣняется обратно пропорціонально квадратному корню изъ разстоянія отъ солнца; значить, она будетъ вполонину меньше на разстояніи отъ солнца вчетверо большемъ. Найти предѣльную скорость въ любой точкѣ пространства можно по очень простому правилу. Нужно взять скорость планеты, проходящей черезъ эту точку по круговой орбитѣ, и умножить ее на квадратный корень изъ 2. Это число равно 1.414...

Отсюда вытекаеть, что если астрономъ при помощи своихъ наблюденій можетъ найти скорость, съ которою комета проходитъ извѣстную точку своей орбиты, то онъ можетъ опредѣлить также и разстояніе, на которое она удалится отъ солнца и время ея возвращенія. Изъ тщательнаго сравненія наблюденій, полученныхъ за все время видимости кометы, обыкновенно можно придти къ опредѣленному выводу на этотъ счетъ.

Любопытно, что до сихъ поръ не наблюдалось ни одной кометы, скорость которой несомнѣнно превосходила бы указанный выше предѣлъ. Правда, въ нѣсколькихъ случаяхъ изъ наблюденій былъ найденъ небольшой избытокъ, но этотъ избытокъ былъ не больше, чѣмъ тотъ, который могъ получиться отъ неизбѣжныхъ ошибокъ при наблюденіяхъ подобнаго рода тѣлъ. Обыкновенно ихъ скорость такъ близка къ этому предѣлу, что невозможно сказать, превосходить она его или нѣтъ. Въ такомъ случаѣ достовѣрно, что комета унесется на громадное разстояніе и не вернется сотни, тысячи или десятки тысячъ лѣтъ. Встрѣчаются также случаи, когда скорость кометы оказывается меньше упомянутаго предѣла на значительную величину. Такія кометы совершаютъ свои обращенія въ болѣе короткіе періоды и называются *периодическими кометами*.

Сколько мы знаемъ, исторія движенія значительнаго большинства кометъ слѣдующая: онѣ появляются, какъ бы падая къ солнцу съ какого-то огромнаго разстоянія, намъ неизвѣстнаго. Еслибы комета летѣла въ точности по направленію къ солнцу, то она упала бы на него, но такого случая мы не знаемъ и, на основаніи изложеннаго ниже, нельзя и ожидать, чтобы онъ когда-нибудь имѣлъ мѣсто. По мѣрѣ приближенія къ солнцу, скорость ея дѣлается все больше и больше, она объѣзжаетъ центральное свѣтило крутымъ изгибомъ и вслѣдствіе центробѣжной силы, возникшей такимъ образомъ, снова уносится прочь, возвращаясь въ бездны пространства приблизительно по тому же направленію, по которому пришла.

Вслѣдствіе слабости этихъ объектовъ видѣть ихъ даже въ сильные телескопы можно только въ той части ихъ орбиты, которая проходитъ возлѣ самаго солнца. Именно поэтому такъ трудно во многихъ случаяхъ опредѣлить точно періодъ обращенія кометы, которая появлялась только одинъ разъ.

### Комета Галлея.

Первый изъ этихъ объектовъ, который, какъ было замѣчено, возвращается черезъ правильные промежутки времени, прославленъ въ исторіи астрономіи подъ именемъ кометы Галлея. Она появилась въ августъ 1682 г. и наблюдалась около мѣсяца, послѣ чего исчезла. Изъ наблюденій, сдѣланныхъ надъ ней, Галлей смогъ вычислить положеніе ея орбиты. Онъ нашель, что она имѣла какъ разъ такое положеніе, что и яркая комета, которую наблюдалъ Кеплеръ въ 1607 г.

Казалось весьма невѣроятнымъ, чтобы двѣ кометы двигались по совершенно одинаковой орбитѣ. Галлей поэтому рѣшилъ, что дѣйствительная орбита на самомъ дѣлѣ должна быть эллипсомъ и что комета имѣетъ періодъ обращенія приблизительно въ 75 лѣтъ. Если это было вѣрно, то ее должны были видѣть раньше черезъ правильные промежутки въ 75 лѣтъ.

Тогда онъ вычелъ этотъ періодъ изъ нѣсколькихъ датъ, чтобы опредѣлить, не были ли отмѣчены въ это время ко-

пока еще не вычислена. Вѣроятно, оно произойдетъ между 1910 и 1912 гг.

### Исчезнувшія кометы.

Послѣ того какъ Галлей оповѣстилъ ученый міръ о той кометѣ, которая носитъ его имя, самое поразительное открытіе кометы было то, которое сдѣлалъ русскій академикъ Лекселль въ іюнь 1770 г. Этотъ объектъ сталъ скоро видѣнъ невооруженному глазу. Когда вычислили орбиту, по которой она двигалась, то оказалось, къ удивленію астрономовъ, что орбита была эллипсъ съ періодомъ обращенія всего около шести лѣтъ. Поэтому ея возвращеніе предсказали съ полной увѣренностью. Но она больше никогда не появилась. Причина этого была, однако, скоро открыта: при ближайшемъ возвращеніи черезъ шесть лѣтъ она была по ту сторону солнца и потому ее нельзя было видѣть. Затѣмъ было найдено вычисленіемъ, что, заканчивая это обращеніе, она должна была подойти въ непосредственное сосѣдство съ планетой Юпитеромъ, который своимъ могучимъ притяженіемъ бросилъ комету по какой-то новой орбитѣ, такъ что она никогда больше уже не попадала въ поле зрѣнія телескопа. Такимъ же образомъ объяснилось, почему кометы не видѣли раньше: за три года до открытія ея Лекселлемъ она прошла въ сосѣдствѣ планеты Юпитера, который пустилъ ее по орбитѣ, отличной отъ прежней. Такимъ образомъ планета-великанъ нашей системы, такъ сказать, дала около 1767 г. кометѣ толчекъ, такъ что она прошла послѣ этого въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ солнцемъ; давъ затѣмъ ей совершить два оборота вокругъ солнца, Юпитеръ въ 1779 г. снова встрѣтилъ ее и далъ ей новый толчекъ, но куда именно, неизвѣстно.

Съ того времени наблюдалось двадцать или тридцать кометъ, оказавшихся періодическими, изъ которыхъ большинство, но не всѣ, наблюдались въ двухъ или болѣе возвращеніяхъ.

Самымъ замѣчательнымъ фактомъ, который выяснило изученіе этихъ объектовъ, было то, что они, повидимому, не сохраняются безконечно долго, какъ планеты, но вообще подвержены разложенію и разрушенію подобно живымъ

существованію. Самый любопытный случай полного разложенія кометы представляет комета Биела (Biela). Впервые ее наблюдали въ 1772 г., не зная, однако, что она періодическая. Ее снова увидѣли въ 1805 г. и снова астрономы не замѣтили, что орбита, по которой она двигалась, тождественна съ орбитой кометы 1772 г. Въ 1826 г. ее открыли въ третій разъ и теперь, когда вычислили ея орбиту при помощи усовершенствованныхъ способовъ, изобрѣтенныхъ передъ этимъ, то ея тождество съ прежними кометами было установлено. Время обращенія было опредѣлено въ шесть и двѣ трети года. Такимъ образомъ она должна была появиться въ 1832 и 1839 г. Но при этихъ возвратахъ положеніе земли не позволило видѣть ее. Она снова появилась въ концѣ 1845 г. и наблюдалась въ ноябрѣ и декабрѣ. Въ январѣ 1846 г., когда она подошла ближе къ землѣ и солнцу, оказалось, что она раздѣлилась на два отдѣльныхъ тѣла. Сначала меньшее изъ этихъ тѣлъ было совсѣмъ слабо, но затѣмъ оно стало становиться ярче, пока не сравнялось съ другимъ.

Слѣдующій возвратъ былъ въ 1852 г. Теперь эти два тѣла оказались гораздо дальше другъ отъ друга, чѣмъ были раньше. Въ 1846 г. разстояніе между ними было около трехсотъ тысячъ километровъ, въ 1852 г. болѣе полутора милліона километровъ. Послѣднія наблюденія были сдѣланы въ сентябрѣ 1852 г. Хотя съ тѣхъ поръ планета сдѣлала семь оборотовъ, ея больше не видѣли. На основаніи ея прежнихъ появленій можно было довольно точно вычислить то положеніе, гдѣ она должна была появиться, и изъ того, что она не появилась, мы должны заключить, что она разложилась совершенно. Въ слѣдующей главѣ мы узнаемъ нѣсколько больше о томъ веществѣ, изъ котораго она состояла.

Такимъ же образомъ исчезли еще двѣ или три кометы. Ихъ наблюдали въ теченіе одного или нѣсколькихъ обращеній, причемъ съ каждымъ разомъ онѣ становились все слабѣе и незамѣтнѣе и наконецъ дѣлались совершенно невидимыми.

### Комета Энке.

Та изъ періодическихъ кометъ, которую наблюдали всего чаще и правильнѣе, носить имя Энке, германскаго астронома, который первый точно изслѣдовалъ ея движеніе.

Впервые она была открыта въ 1786 г., но, какъ часто тогда бывало, ея орбиту сразу не могли опредѣлить. Снова увидѣла ее миссъ Каролина Гершель въ 1795 г. Ее опять наблюдали въ 1805 и 1818 гг. Ея орбита была опредѣлена точно только при этомъ послѣднемъ появленіи и теперь періодическій характеръ кометы и ея тожество съ кометой, наблюдавшейся раньше, были установлены.

Энке нашелъ тогда, что ея періодъ составляетъ около трехъ лѣтъ ста десяти дней и слегка измѣняется въ зависимости отъ притяженія планетъ, въ особенности Юпитера. Въ наше время ее наблюдали хоть гдѣ-нибудь почти при всякомъ возвращеніи. Послѣднее ея возвращеніе имѣло мѣсто въ сентябрѣ 1901 г.

Особенную славу этой кометѣ дала теорія Энке, что ея орбита постоянно уменьшается, вѣроятно, вслѣдствіе сопротивленія, которое оказываетъ ея движенію среда, окружающая солнце. Нѣсколько искусныхъ математиковъ изслѣдовали этотъ вопросъ при различныхъ возвращеніяхъ кометы. Иногда замедленіе вродѣ того, которое нашелъ Энке, замѣчалось, а иногда нѣтъ. Такимъ образомъ вопросъ все еще не рѣшенъ: вычисленія такъ сложны и трудны, да и вся задача о движеніи кометы подѣ влияніемъ планетъ такъ запутана, что почти невозможно найти рѣшеніе, которое можно было бы признать безусловно правильнымъ.

### **Захватъ кометъ Юпитеромъ.**

Въ 1886—9 гг. имѣлъ мѣсто замѣчательный случай: новая комета стала членомъ нашей солнечной системы. Въ 1889 г. Бруксомъ (Brooks) въ Женевѣ (С. Америка) была замѣчена комета, которая оказалась движущейся по орбитѣ съ періодомъ всего въ семь лѣтъ. Такъ какъ она была очень ярка, то возникъ вопросъ, почему ее никогда не наблюдали до того. Отвѣтомъ на этотъ вопросъ вскорѣ послужило открытіе, что въ 1886 г. комета прошла вблизи Юпитера. Притяженіе этой планеты измѣнило ея движеніе такъ, что комета стала двигаться по своей нынѣшней орбитѣ. Нѣсколько другихъ періодическихъ кометъ проходятъ такъ близко къ Юпитеру, что врядъ ли можно сомнѣваться, что и онѣ попали въ нашу систему такимъ же путемъ.

Такимъ образомъ возникаетъ вопросъ, не относится ли то же самое ко всѣмъ періодическимъ кометамъ. На этотъ вопросъ приходится отвѣтить отрицательно, такъ какъ Галлеева комета не проходитъ близко ни къ какой планетѣ. То же самое справедливо и о кометѣ Энке, которая не подходитъ къ орбитѣ Юпитера достаточно близко, чтобы онъ могъ дать ей ея нынѣшнюю орбиту. Сколько мы знаемъ, эти кометы всегда были членами нашей системы, даже независимо отъ вліянія этой планеты.

### Откуда приходятъ кометы?

Еще недавно предполагали, что кометы могутъ попадать въ солнечную систему изъ огромныхъ междузвѣздныхъ пространствъ. Однако, отъ этого взгляда, надо, повидимому, отказаться. Въ самомъ дѣлѣ, ни одна комета не двигалась со скоростью значительно большей, нежели та, которую она приобрѣла бы, еслибы падала на солнце съ разстоянія гораздо меньшаго, чѣмъ разстоянія звѣздъ, хотя бы и далеко превышающаго разстояніе самой далекой планеты нашей солнечной системы. Дальше мы увидимъ, что само солнце движется въ пространствѣ. Даже если мы допустимъ, что кометы приходятъ изъ пространствъ, лежащихъ далеко за предѣлами солнечной системы, то фактъ, который мы только что указывали, говоритъ, что онѣ участвовали въ движеніи солнца и солнечной системы чрезъ пространство еще тогда, когда находились внѣ этой системы.

Въ настоящее время, повидимому, можно считать установленнымъ, на основаніи изученія всего этого предмета, взглядъ, что эти объекты имѣютъ свои правильныя орбиты, отличающіяся отъ планетныхъ орбитъ большими эксцентриситетами. Ихъ періоды обращенія составляютъ обыкновенно тысячи, иногда десятки тысячъ и даже сотни тысячъ лѣтъ. За этотъ долгій промежутокъ онѣ уносятся на громадныя разстоянія за предѣлы нашей системы. Если при возвращеніи къ солнцу имъ приходится пройти очень близко около одной изъ планетъ, можетъ произойти одно изъ двухъ: либо комета получить добавочный толчекъ, который увеличитъ ея скорость, унесетъ ее на такое далекое разстояніе, на какомъ она никогда не была,—и пожалуй, на такое разстояніе, съ какого она

никогда не вернется, либо же скорость ея замедлится и комета станетъ двигаться по орбитѣ меньшихъ размѣровъ. Потому-то и существуютъ кометы столь различныхъ періодовъ. Еслибы кометы приходили изъ области неподвижныхъ звѣздъ, то слѣдовало бы ожидать что ихъ движеніе должно быть направлено прямо къ солнцу, и онѣ должны падать на наше центральное свѣтило. Но это едвали возможно, если кометы принадлежать къ нашей системѣ, такъ какъ та комета, которая подошла бы къ солнцу по орбитѣ, проходящей черезъ самое солнце, упала бы на солнце при первомъ своемъ приближеніи давнымъ давно и упасть на него снова не могла бы.

### Яркія кометы нашего времени.

Очень яркія кометы, которыя появляются время отъ времени, представляютъ величайшій интересъ для всякаго зрителя. Насколько мы можемъ судить, время ихъ появления совершенно случайно. Такъ называемыхъ большихъ кометъ въ девятнадцатомъ вѣкѣ наблюдалось пять или шесть. Наиболѣе замѣчательная и яркая изъ нихъ появилась въ 1858 г. и носила имя Донати (Donati), астронома во Флоренціи (Италія), который открылъ ее. Ея исторія показываетъ измѣненія, черезъ которыя проходитъ такое свѣтило. Въ первый разъ ее увидѣли второго іюня, но въ это время она была только слабой туманностью, казавшейся въ телескопъ похожей на маленькое бѣлое облачко на небѣ. Хвоста не было видно, не было также до середины августа ни малѣйшихъ указаній на то, во что выростетъ это маленькое облачко. Въ это время сталъ постепенно образовываться хвостъ. Въ началѣ сентября комета стала видимой простому глазу. Съ этого времени она стала увеличиваться чрезвычайно быстро, дѣлаясь больше и замѣтнѣе съ каждой ночью, Движеніе ея было таково, что въ теченіе цѣлаго мѣсяца она перемѣщалась по небу чрезвычайно мало и ночь за ночью висѣла въ западной части неба. Наибольшей яркости она достигла около десятаго октября. Время отъ времени ее тщательно зарисовывалъ Бондъ, на Гарвардской обсерваторіи. Мы даемъ два изъ его рисунковъ, одинъ для простаго глаза, другой телескопическій, показывающій, ка-

кой видъ имѣла голова кометы. Послѣ десятаго октября она стала быстро слабѣть. Вскорѣ она передвинулась къ югу и спустилась подъ нашъ горизонтъ, но въ южномъ полушаріи наблюдатели слѣдили за ней до марта 1859 г.



Рис. 46. Комета Донати по рисунку Бонда.

Прежде чѣмъ эта комета исчезла изъ виду, вычислители стали опредѣлять ея орбиту. Вскорѣ оказалось, что она двигается не по параболѣ, а по очень удлинненному эллипсу. Ея періодъ обращенія получился около тысячи де-

вятисотъ лѣтъ, можетъ быть, на сто лѣтъ больше или меньше. Такимъ образомъ въ предыдущемъ ея возвращеніи къ солнцу ее должны были наблюдать приблизительно въ пер-



Рис. 47. Голова кометы Донати по рисунку Бонда.

вомъ столѣтїи до Р. Х., но указаній, по которымъ можно было бы ее признать, не сохранилось. Ее можно снова ожидать въ тридцать восьмомъ или тридцать девятомъ столѣтїи.

Очень замѣчательный случай представляютъ кометы 1843, 1880 и 1882 гг., которыя всѣ двигались почти по одной и той же орбитѣ. Первая изъ этихъ кометъ является

одной изъ самыхъ достопримѣчательныхъ кометъ всѣхъ временъ: она прошла такъ близко отъ солнца, что почти коснулась его поверхности. Она должна была пройти несомнѣнно сквозь внѣшнія части солнечной короны. Появилась она



Рис. 48. Большая комета 1859 г. по рисунку Бонда.

чрезвычайно внезапно въ сосѣдствѣ солнца около конца февраля. Ее можно было видѣть при полномъ дневномъ свѣтѣ. По странному совпаденію она появилась вскорѣ послѣ знаменитаго предсказанія Миллера, что въ 1843 г. долженъ

наступить конецъ міра. Встревоженные этимъ предсказаніемъ видѣли въ этой кометѣ знаменіе приближающейся катастрофы.

Комета исчезла изъ виду въ апрѣлѣ, такъ что время, когда ее можно было наблюдать, было довольно коротко. Очень интереснымъ теперь стало время ея обращенія. Оказалось, однако, что ея орбита не отличается замѣтно отъ параболы. Но время наблюдений было такъ коротко, что опредѣленіе періода осталось не вполне достовѣрнымъ. Все, что можно было сказать, это, что комета не вернется нѣсколько столѣтій.

Поэтому велико было удивленіе, когда тридцать семь лѣтъ спустя наблюдателями въ южномъ полушаріи была открыта комета, двигавшаяся, какъ оказалось, почти по совершенно той же самой орбитѣ. Первымъ вѣстникомъ ея приближенія былъ ея длинный хвостъ, подымавшійся изъ-подъ горизонта. Его видѣли въ Аргентинской республикѣ, на мысѣ Доброй Надежды и въ Австраліи. Головы не было видно до четвертаго февраля. Комета объжала кругомъ солнца, снова перешла на югъ и исчезла, такъ что наблюдатели въ сѣверномъ полушаріи и не видѣли ея.

Теперь возникъ вопросъ, могла ли эта комета быть той самой, которая появлялась въ 1843 г. Раньше думали, что два тѣла, которыя движутся по одной и той же орбитѣ послѣ значительнаго промежутка времени, непременно должны быть однимъ и тѣмъ же тѣломъ. Однако, въ настоящемъ случаѣ предположеніе о тождествѣ этихъ кометъ нельзя было, повидимому, согласовать съ наблюдениями. Вопросъ былъ разрѣшенъ появленіемъ въ 1882 г. еще третьей кометы, которая двигалась почти по той же орбитѣ. Это ужъ навѣрно не могло быть возвратомъ кометы, появившейся за два съ небольшимъ года до того. Такимъ образомъ мы имѣли здѣсь замѣчательное зрѣлище трехъ блестящихъ кометъ, которыя всѣ двигались по одной и той же орбитѣ черезъ различные промежутки времени. Ихъ, можетъ быть, было даже больше трехъ, такъ какъ въ 1680 г. одна комета проходила очень близко къ солнцу. Однако, ея орбита нѣсколько отличалась отъ орбиты уже упомянутыхъ трехъ кометъ.

Вѣрнѣе всего, повидимому, объясненія этого нужно искать въ томъ, что эти кометы были частями какой-то

одной туманной массы, которая постепенно раздѣлилась и разныя части которой слѣдовали самостоятельно по своему пути. Въ результатѣ должно было бы выйти, что на много вѣковъ эти объекты всѣ должны двигаться приблизительно по одной и той же орбитѣ.

Кромѣ этихъ яркія кометы появлялись въ 1859, 1860 и 1881 гг. Сколько времени намъ нужно ждать новой яркой кометы, сказать нельзя. Вѣроятно, Галлеева комета, когда она появится черезъ шесть или семь лѣтъ, будетъ видима простымъ глазомъ, но даже ея видимую яркость нельзя предсказать. При возвращеніи въ 1835 г. она была настолько незначительна, что трудно было объяснить то волненіе, которое она возбуждала въ 1456 г. и позднѣе, если только не предположить, что размѣры ея или, по крайней мѣрѣ, ея хвоста сильно уменьшились.

### Природа кометъ.

Вопросъ о точной природѣ кометъ все еще сомнителенъ. У яркіхъ и большихъ кометъ, пожалуй, ядро можетъ быть твердымъ тѣломъ, хотя, вѣроятно, гораздо меньшимъ того, какимъ оно кажется. Нѣкоторый свѣтъ на этотъ вопросъ проливаетъ одно наблюденіе—единственное, которое было сдѣлано на мысѣ Доброй Надежды, когда большая комета 1882 г. проходила черезъ дискъ солнца, какъ это бываетъ иногда съ Меркуріемъ и Венерой. Къ сожалѣнію, астрономы вообще не были приготовлены къ такому явленію, такъ какъ комета была видима только въ южномъ полушаріи и прохожденіе произошло всего черезъ недѣлю или двѣ послѣ ея перваго открытія. Поэтому вышло, что Капская обсерваторія была единственной, на которой можно было дѣлать это наблюденіе, въ высочайшей степени интересное для астрономіи; и здѣсь обстоятельства были крайне неблагопріятны. Солнце уже близилось къ западу у Столовой горы, когда комета подходила къ нему. Внимательно поджидая, два астронома Финлэй (Finlay) и Элькинъ (Elkin) могли видѣть комету, пока она не исчезла на самомъ дѣлѣ на краю солнца. Это случилось за пятнадцать минутъ до того, какъ солнце скрылось изъ глазъ. Еслибы ядро было твердымъ тѣломъ, то все это время оно должно было бы ка-

заться чернымъ пятномъ на солнцѣ. Ничего подобнаго нельзя было увидѣть. Необходимо заключить, что либо вещество кометы было прозрачно для солнечныхъ лучей, либо же твердое ядро было слишкомъ мало, чтобы его можно было увидѣть при такихъ условіяхъ. Къ несчастью, вслѣдствіе низкаго положенія солнца и беспокойнаго воздуха было невозможно съ увѣренностью опредѣлить, какъ мало должно было быть ядро, чтобы его нельзя было увидѣть. Впрочемъ, повидимому, вѣрно, что твердая часть, если у кометы такая была, была гораздо меньше того ядра, которое было видно въ телескопъ.

Имѣются, повидимому, основанія думать, что всякая комета есть просто скопленіе метеорнаго вещества, состоящее, быть можетъ, изъ отдѣльныхъ частицъ размѣрами отъ песчинокъ до тѣхъ метеоритовъ, которые иногда падаютъ съ неба. Возникаетъ вопросъ, какимъ образомъ эти части удерживаются вмѣстѣ впродолженіе столькихъ оборотовъ кометы? Но измѣненія формы, которымъ часто подвергается ядро, когда оно проходитъ вблизи солнца, указываютъ, повидимому, на то, что эта гипотеза близка къ истинѣ.

Спектры тѣхъ кометъ, свѣтъ которыхъ былъ анализированъ спектроскопомъ, показали, что ихъ свѣтъ не есть просто отраженный свѣтъ солнца. Главной его особенностью являются три свѣтлыхъ полосы, поразительно похожихъ на тѣ полосы, которыя видны въ спектрахъ соединеній водорода и углерода. Взятый отдѣльно, этотъ фактъ приводитъ къ заключенію, что комета есть раскаленный газъ, свѣтящійся подобно раскаленнымъ газамъ въ нашей химической лабораторіи. Такъ должно было бы быть, но это оказывается невозможнымъ по двумъ причинамъ. Комета не можетъ имѣть температуру достаточно высокую для свѣченія и при удаленіи отъ солнца ея свѣтъ слабѣетъ до полнаго уничтоженія. Самымъ вѣроятнымъ повидимому, заключеніемъ является то, что свѣченіе производится солнечными лучами какимъ-то процессомъ, для насъ пока неяснымъ.

Представляется достовѣрнымъ, что вещество, изъ котораго состоитъ яркая комета, летуче. Если тщательно разсматривать яркую комету въ телескопъ, то время отъ времени можно видѣть массы паровъ, которыя медленно подни-

## Метеоры.

Каждому читателю этой книги навѣрно не разъ приходилось видѣть то, что зовется въ общежитіи падающей звѣздой—что-то похожее на звѣзду, проносящееся по небу на большее или меньшее разстояніе и затѣмъ исчезающее. Эти предметы въ астрономіи обозначаются общимъ именемъ метеоровъ. Они бываютъ всевозможной яркости, но чѣмъ ярче, тѣмъ они рѣже. Кому много приходится бывать ночью на открытомъ воздухѣ, тому рѣдкій годъ не придется увидѣть такой метеоръ поразительной яркости. Одинъ или два раза въ своей жизни онъ увидитъ даже такой метеоръ, который освѣтитъ своимъ свѣтомъ все небо.

Почти въ каждую ясную ночь года наблюдатель можетъ увидѣть три, четыре и даже больше метеоровъ въ часъ. Иногда, однако, они гораздо многочисленнѣе, напримеръ, между десятымъ и пятнадцатымъ августа ихъ видно больше и они ярче обыкновеннаго. Въ исторіи извѣстно нѣсколько случаевъ, когда они пересѣкали небо въ такомъ количествѣ, что зрители исполнялись удивленіемъ и ужасомъ. Замѣчательные случаи въ этомъ родѣ были въ 1799 и 1833 гг. Особенно въ послѣднемъ году негры южныхъ Штатовъ Америки были такъ перепуганы, что воспоминаніе объ этомъ явленіи передается между ними изъ устъ въ уста до нынѣшняго дня.

### Происхожденіе метеоровъ.

Причина метеоровъ оставалась неизвѣстной до начала девятнадцатаго вѣка. Теперъ, однако, она выяснена хорошо.

Кромѣ извѣстныхъ уже намъ объектовъ солнечной системы: планетъ, спутниковъ и кометъ въ пространствѣ носятся, обращаясь вокругъ солнца, безчисленные миллионы частицъ или маленькія скопленія вещества, слишкомъ ничтожныя, чтобы ихъ можно было видѣть даже въ самые сильные телескопы. Весьма вѣроятно, что большая часть этихъ объектовъ едва ли больше галекъ или даже песчинокъ. Земля на своемъ пути вокругъ солнца безпрестанно встрѣчаетъ ихъ. Метеоры на линіи движенія земли могутъ имѣть скорость многихъ километровъ въ секунду, пожалуй, двадцати, тридцати и даже шестидесяти. Встрѣчая атмосферу съ этой громадной скоростью, эти тѣла немедленно нагрѣваются до такой высокой температуры, что ихъ вещество, какъ бы твердо оно ни было, обращается въ паръ съ блестящимъ выдѣленіемъ свѣта. То, что мы видимъ, есть путь частички, сгорающей во время прохожденія рѣдкихъ областей высшей атмосферы.

Разумѣется, метеоръ будетъ свѣтить тѣмъ ярче и тѣмъ дольше, чѣмъ больше и тверже былъ онъ. Иногда онъ такъ великъ и твердъ, что спускается на нѣсколько километровъ отъ поверхности земли, прежде чѣмъ окончательно расплавится и испарится. Тогда люди въ той области, гдѣ онъ пролетаетъ, наблюдаютъ чрезвычайно яркій метеоръ. Нерѣдко бываетъ въ такихъ случаяхъ, что черезъ нѣсколько минутъ послѣ пролета метеора съ той стороны, куда онъ направился, слышится громкій взрывъ вродѣ орудіянаго выстрѣла. Это происходитъ отъ сотрясенія воздуха, сжатаго быстрымъ полетомъ метеора.

Изрѣдка масса метеора бываетъ такъ велика, что онъ достигаетъ земли, не расплавившись и не испарившись. Тогда мы имѣемъ паденіе метеорныхъ камней, какъ ихъ называютъ, что случается нѣсколько разъ въ годъ въ той или другой части свѣта. Существуетъ по меньшей мѣрѣ одинъ удосто-вѣренный случай, когда человекъ былъ убитъ паденіемъ такого тѣла. Такіе камни иногда выкапываютъ и они оказываются состоящими преимущественно изъ желѣза. Образцы ихъ хранятся въ нашихъ музеяхъ, гдѣ ихъ можетъ разсматривать всякій желающій.

Какъ пронзошли эти предметы, мы не можемъ сказать

и даже догадки по этому вопросу будутъ наудачу. При прохожденіи на нихъ видны слѣды оплавленія поверхности; это, однако, естественный результатъ прохожденія сквозь воздухъ, вслѣдствіе котораго ихъ поверхность всегда нагрѣвается далеко выше точки плавленія.

### Рои метеоровъ.

Величайшее открытіе нашего времени по части метеоровъ связано съ уже упомянутыми метеорными роями, повторяющимися въ опредѣленное время года. Самый замѣчательный изъ нихъ бываетъ въ ноябрѣ и метеоры этого роя разываются *Леонидами*, такъ какъ линіи ихъ видимаго движенія всѣ расходятся изъ созвѣздія Льва. Изъ историческихъ изслѣдованій по этому вопросу оказалось, что этотъ дождь падающихъ звѣздъ повторяется черезъ промежутки приблизительно въ одну треть столѣтія уже не менѣе тысячи трехсотъ лѣтъ. Первое описаніе одного арабскаго автора гласитъ слѣдующее:

Въ 599 г., въ послѣдній день Могаррена звѣзды падали всюду и летѣли одна за другою, какъ туча саранчи; народъ былъ повергнутъ въ ужасъ и молился Всевышнему; никогда ничего подобнаго не видѣли кромѣ пришествія посланца Бога; надъ нимъ да будетъ благословеніе и миръ.

Первый хорошо описанный дождь этого рода былъ 12 ноября 1799 г. Его видѣлъ Гумбольдтъ (Humboldt), находившійся въ то время въ Андахъ. Повидимому, онъ счелъ его удивительнымъ зрѣлищемъ, но не изслѣдовалъ точно его причины.

Слѣдующее появленіе было въ 1833 г.—кажется, самое замѣчательное, какое только когда-нибудь наблюдали. Астрономъ Ольберсъ предположилъ на основаніи этого, что этотъ рой имѣетъ періодъ въ тридцать четыре года и предсказалъ возможность его возвращенія въ 1867 г.; онъ и въ самомъ дѣлѣ появился въ 1866 г. Въ 1866 и 1867 гг. наблюденія велись гораздо тщательнѣе, чѣмъ когда-либо раньше; они привели къ замѣчательному астрономическому открытію, только что упомянутому, о связи метеоровъ и кометъ. Для объясненія этого, мы должны дать опредѣленіе радіанта метеоровъ.

Если мы станемъ отмѣчать во время дождя падающихъ

звѣздъ путь каждаго метеора линіей на небесной сферѣ и продолжимъ эти линіи назадъ, то, какъ оказывается, всѣ онѣ пересѣкаются въ нѣкоторой точкѣ неба. Для ноябрьскихъ метеоровъ эта точка лежитъ въ созвѣздіи Льва, для августовскихъ въ Персеѣ. Ее и называютъ *радіантомъ* или точкою радіаціи потока. Линіи, по которымъ двигаются метеоры, какъ будто всѣ выходятъ изъ этой одной точки; но не слѣдуетъ думать, что метеоры на самомъ дѣлѣ видны въ этой точкѣ: они могутъ начинаться на любомъ разстояніи отъ нея, меньшемъ девяноста градусовъ; но разъ они видны, они движутся отъ этой точки. Это показываетъ, что всѣ метеоры, когда они встрѣчаютъ нашу атмосферу, движутся по параллельнымъ линіямъ. Точка радіаціи есть то, что въ перспективѣ называется точкою исчезновенія.

### Связь метеоровъ и кометъ.

Зная періодъ обращенія ноябрьскихъ метеоровъ, который равенъ тридцати тремъ годамъ, и опредѣливъ точно положеніе радіанта, можно было вычислить орбиту этихъ объектовъ. Это сдѣлалъ ЛЕВЕРЬЕ вскорѣ послѣ звѣзднаго дождя 1866 г. Но въ декабрѣ 1805 г. появилась случайно комета, которая прошла черезъ перигелій въ январѣ 1866 г. Внимательное изученіе ея движенія показало, что періодъ ея обращенія былъ около тридцати трехъ лѣтъ. Эту орбиту вычислилъ Оппольцеръ (Oppolzer); онъ опубликовалъ ее и не замѣтилъ ея сходства съ орбитой метеоровъ. Тогда уже СКІАПАРЕЛЛИ нашелъ, что между кометной орбитой Оппольцера и орбитой ЛЕВЕРЬЕ для ноябрьскихъ метеоровъ существуетъ почти полное сходство. Онѣ сходились такъ близко, что не могло быть сомнѣнія въ тождествѣ этихъ двухъ орбитъ. Было очевидно, что тѣла, которыя порождали эти ноябрьскіе метеоры, слѣдовали за кометой по ея орбитѣ. Отсюда заключили, что эти объекты въ началѣ составляли часть кометы, но затѣмъ постепенно отдѣлились отъ нея. Когда комета разлагается, какъ это было описано въ послѣдней главѣ, то тѣ части ея массы, которыя не разсѣваются совершенно, продолжаютъ обращаться вокругъ солнца въ видѣ маленькихъ тѣлъ, постепенно отдѣляющихся другъ отъ друга: взаимное притяженіе слишкомъ мало свя-

зываетъ ихъ, но все же они слѣдуютъ одно за другимъ почти по одной и той же орбитѣ.

То же самое оказалось вѣрнымъ и для августовскихъ метеоровъ. Оказывается, что они движутся по орбитѣ очень близкой къ орбитѣ кометы, которая наблюдалась въ 1862 г. Періодъ этой кометы нельзя было опредѣлить точно, но приблизительно онъ равенъ одному или двумъ столѣтіямъ.

Третій замѣчательный случай этого рода произошелъ въ 1872 г. Мы уже говорили объ исчезновеніи кометы Биелы. Орбита этого тѣла пересѣкаетъ орбиту земли въ той приблизительно точкѣ, черезъ которую земля проходитъ въ концѣ ноября. Соответственно опредѣленному изъ наблюдений періоду этой кометы она должна была пройти черезъ эту точку около 1 сентября 1872 г., двумя или тремя мѣсяцами раньше земли. По аналогіи съ другими случаями предположили, что вечеромъ 27 ноября 1872 г. долженъ быть дождь падающихъ звѣздъ и что его радіантъ долженъ быть въ созвѣздіи Андромеды. Это предсказаніе выполнилось буквально. *Андромедиды*, какъ называются эти метеоры, повторяются теперь съ большой правильностью.

Теперь мы должны рассказать о нѣкоторыхъ неисполнившихся ожиданіяхъ. Комета 1866 г. должна была появиться въ 1898—1900 гг.; ея однако не видѣли. Вѣроятно, она не появилась не потому, что разложилась совершенно, а вслѣдствіе того, что прошла перигелій въ то время, когда земля была слишкомъ далеко отъ этой точки, чтобы комету можно было увидѣть. Но, что еще болѣе любопытно, сами метеоры, дожда которыхъ ожидали въ 1899—1900 г., не появились въ сколько-нибудь значительномъ числѣ ни въ томъ, ни въ другомъ году. Причина этого была, вѣроятно, въ томъ, что рой былъ отклоненъ отъ своего пути притяженіемъ планеты, которое постоянно измѣняетъ орбиты всѣхъ объектовъ этого рода.

Общее заключеніе изъ всего изложеннаго будетъ то, что безчисленныя тысячи кометъ, носившіяся въ прежнія времена вокругъ солнца, оставляли за собой мельчайшіе обломки своихъ массъ, слѣдовавшіе по ихъ орбитамъ, какъ отсталые за арміями; когда же земля встрѣчаетъ рой этихъ

обломковъ, происходитъ дождь метеоровъ. Но еще вопросъ, могутъ ли всѣ эти метеорныя частички быть обломками кометъ, и есть вѣроятность, что отвѣтъ на это долженъ быть отрицательный. Если мы примемъ заключенія, которыя вывелъ Элькинь изъ послѣднихъ фотографій метеоровъ, то скорости этихъ тѣлъ должны иногда превосходить тотъ параболическій предѣлъ, который былъ указанъ въ послѣдней главѣ. А если это такъ, то они должны быть странниками безконечныхъ звѣздныхъ пространствъ, не имѣющими связи съ нашей системой.

### Зодіакальный свѣтъ.

Это очень мягкій, слабый свѣтъ около солнца, который простирается приблизительно до орбиты земли и лежитъ почти въ плоскости эклиптики. Подъ тропиками его можно видѣть каждый ясный вечеръ черезъ часъ или меньше послѣ захода солнца. Въ нашихъ широтахъ онъ виденъ лучше



Рис. 49. Зодіакальный свѣтъ въ февралѣ и мартѣ.

всего весною; въ это время, часъ или полтора послѣ захода солнца онъ всегда бываетъ видимъ на западѣ и юго-западѣ,

подымаясь по направлению къ Плеядамъ. Его видно лучше всего въ это время года потому, что, лежа въ плоскости эклиптики, онъ дѣлаетъ съ горизонтомъ въ это время бльшій уголь, чѣмъ въ другое время года. Осенью его можно видѣть утромъ передъ восходомъ солнца—онъ подымается съ востока и отклоняется къ югу.

Разсказываютъ, что въ тѣхъ странахъ, гдѣ атмосфера чище нашей, его можно видѣть всю ночь въ видѣ арки, пересѣкающей все небо. Если это и такъ, то свѣтъ его столь слабъ, что недоступенъ обыкновенному зрѣнію, и эта непрерывность, повидимому, не установлена хорошо.

Но съ зодіакальнымъ свѣтомъ связано явленіе, которое составляетъ пока одну изъ тайнъ астрономіи. Какъ разъ противъ солнца на небѣ замѣтенъ слабый свѣтъ, которому даютъ имя *Gegenschein*. Это нѣмецкое слово по-русски лучше всего передать словомъ противосіяніе или *отблескъ*. Этотъ свѣтъ такъ слабъ, что видѣть его можно только при самыхъ благопріятныхъ обстоятельствахъ. Когда онъ попадаетъ на Млечный Путь, то свѣта послѣдняго достаточно, чтобы «отблеска» не было видно; достаточно для этого и луннаго свѣта, когда луна находится надъ горизонтомъ.

Онъ проходитъ черезъ Млечный Путь въ іюнѣ и декабрѣ каждаго года и потому въ эти мѣсяцы его нельзя видѣть. Такъ же нельзя его видѣть и въ первую половину января или іюля. Въ другое время его нужно искать, когда солнце уже зашло далеко подъ горизонтъ, небо совершенно ясно и нѣтъ луны. Тогда его можно наблюдать въ видѣ чрезвычайно слабаго свѣтлаго пятна, очертанія котораго даже невозможно обозначить. Наблюдатель найдетъ его, проходя глазомъ по той части неба, которая приходится какъ разъ противъ солнца.

Врядъ ли можно сомнѣваться въ томъ, что зодіакальный свѣтъ производится отраженіемъ солнечнаго свѣта отъ скопленія чрезвычайно мелкихъ тѣлъ, быть можетъ, вродѣ метеоровъ, которыя постоянно обращаются вокругъ него. Естественно было бы приписать «отблескъ» той же причинѣ, но тогда возникаетъ вопросъ, почему онъ виденъ только противъ солнца. Предполагали, что земля, можетъ быть, имѣетъ хвостъ, какъ комета, и что «отблескъ» есть просто этотъ

хвостъ, видимый вдоль своей длины. Въ этомъ нѣтъ ничего невозможнаго, но и доказательствъ истинности этого тоже нѣтъ.

### Свѣтовое отталкиваніе.

Въ настоящее время открываются факты и развиваются физическія теоріи, которыя въ концѣ концовъ, быть можетъ, дадутъ объясненіе нѣкоторыхъ таинственныхъ явленій, связанныхъ съ землею и вселенной. Такія явленія представляютъ солнечная корона, кометные хвосты, полярныя сіянія, земной магнизмъ и его измѣненія, туманности, «отблескъ» и зодіакальный свѣтъ. Указанныя теоріи скорѣе относятся къ области физика, чѣмъ астронома, и авторъ не чувствуетъ себя достаточно компетентнымъ, чтобы полно представить ихъ въ послѣдней формѣ и опредѣлить, гдѣ кончаются установленные факты и начинаются умозрѣнія. Онъ долженъ поэтому ограничиться нѣсколькими замѣчаніями.

Первымъ по порядку является давленіе, которое производитъ свѣтъ; на него указывалъ Максвелль тридцать лѣтъ назадъ; но его, повидимому, вообще не замѣтили, по крайней мѣрѣ астрономы. Это начало было выведено Максвеллемъ изъ электро-магнитной теоріи свѣта и можетъ быть представлено слѣдующимъ образомъ:

Когда лучъ свѣта падаетъ перпендикулярно на непрозрачный предметъ, онъ производитъ нѣкоторое давленіе на поверхность этого предмета; это давленіе опредѣляется тѣмъ условіемъ, что, еслибы объектъ началъ двигаться со скоростью свѣта, сила, которую нужно было бы противопоставить, чтобы удержать поверхность, должна была бы равняться тому давленію, какое производитъ лучъ свѣта.

Это начало можно иначе выразить еще такъ: если предположить, что лучи свѣта параллельны, то работа, производимая давленіемъ на поверхность, движущуюся на нѣкоторое разстояніе вдоль луча, равна энергіи свѣта на этомъ пути.

Опираясь на это начало и зная количество энергіи, содержащейся въ лучахъ солнца, можно вычислить указанное давленіе. Оно оказывается слишкомъ незначительнымъ, чтобы его можно было открыть обыкновенными способами

измѣренія. Большое затрудненіе заключается въ томъ, что упомянутое давленіе неотдѣлимо отъ того, которое производитъ окружающій воздухъ, если опытъ производится не въ пустотѣ. До сихъ поръ не могли получить столь совершенной пустоты, чтобы ничтожное количество остающагося воздуха не оказывало вліянія, сравнимаго съ давленіемъ свѣта <sup>1)</sup>). Такимъ образомъ наше заключеніе должно опираться на наблюденія мельчайшихъ частичекъ, содержащихся въ небесныхъ пространствахъ; а мы не можемъ подняться въ эти пространства, чтобы сдѣлать опытъ, и не можемъ послать вещество вверхъ, чтобы тамъ произвести эти опыты. Все, что мы можемъ, это наблюдать вещество, какъ оно есть. Такимъ образомъ получается широкая пропасть, которую мы не можемъ перейти въ дѣйствительности.

Второе замѣчательное открытіе состоитъ въ томъ, что съ поверхности сильно нагрѣтыхъ тѣлъ выносятся съ огромной скоростью частички меньше атомовъ, названныя *іонами*. А такъ какъ солнце есть такое тѣло, то значить и изъ него должны вылетать эти іоны.

Въ теоріи Максвелля объясненіе кометнаго хвоста просто до крайности. Въ пустотѣ небесныхъ пространствъ вещество кометы испаряется на той сторонѣ, которая обращена къ солнцу, и такъ какъ давленія, которое мѣшало бы расширенію, нѣтъ, то вещество начинаетъ выбрасываться по всѣмъ направленіямъ, особенно же къ солнцу. Оно сгущается (конденсируется) въ чрезвычайно мелкія частички, на которыя лучи солнца дѣйствуютъ своимъ давленіемъ, унося ихъ въ направленіи прочь отъ солнца. Что хвосты кометъ производятся отталкиваніемъ, подобнымъ этому, было очевидно съ тѣхъ поръ, какъ стали дѣлать наблюденія, но, пока не возникли въ законъ Максвелля, нельзя было дать никакого объясненія видимому отталкиванію вещества хвостовъ солнцемъ.

Объясненіе другихъ явленій, о которыхъ мы упомянули, не такъ просто и достовѣрно, чтобы его можно было изложить въ немногихъ словахъ. Читатель, который интере-

---

<sup>1)</sup> Его впервые измѣрилъ недавно профессоръ Московскаго Университета ЛЕБЕДЕВЪ.

суется этимъ предметомъ, долженъ поэтому обратиться къ спеціальнымъ статьямъ и книгамъ <sup>1)</sup>).

---

<sup>1)</sup> Статьи, которымъ авторъ обязанъ главнымъ образомъ за изложенные взгляды, принадлежать Дж. Дж. Томсону (J. J. Thomson) и Дж. Коксу (J. Cox). Въ этихъ статьяхъ излагаются изслѣдованія Аррениуса (Arrhenius), шведскаго физика, которому принадлежитъ наиболѣе успѣшная, повидимому, попытка объяснить указанныя явленія на основаніи упомянутыхъ принциповъ. *Авторъ.*

[На русскомъ языкѣ изложеніе этихъ взглядовъ можно найти въ очень нетрудномъ изложеніи въ недавно появившейся книгѣ самого Аррениуса: Физика ПЕБА. Перев. подъ ред. прив.-доц. А. Р. Орбинскаго. Изд. «Mathesis». Одесса, 1905].

ЧАСТЬ VI

## НЕПОДВИЖНЫЯ ЗВѢЗДЫ



## Общій обзоръ.

Мы закончили нашъ обзоръ той небольшой части вселенной, гдѣ находится наше жилище; нашей ближайшей задачей будетъ теперь унести въ воображеніи къ тѣмъ далекимъ частямъ пространства, которыя заняты тысячами звѣздъ, усѣвающихъ наше небо. Именно въ этой части астрономіи были сдѣланы самыя удивительныя открытія послѣдняго времени. Мы знаемъ теперь о многихъ звѣздахъ такія вещи, которыя показались бы даже такому наблюдателю, какъ В. Гершель, лежащими внѣ предѣловъ человѣческаго познанія. Но самая обширность вопроса и сложность деталей, до которыхъ дошло современное изслѣдованіе, дѣлають невозможнымъ сколько-нибудь полный обзоръ въ предѣлахъ этой небольшой книги. Все, что мы можемъ сдѣлать, это отмѣтить наиболѣе замѣтныя черты звѣздной вселенной, которыя выяснили наблюдатели и изслѣдователи прошлаго и настоящаго. Читатель, который желалъ бы дальнѣйшихъ подробностей и болѣе полного представленія о методахъ и результатахъ новѣйшихъ изслѣдованій о звѣздахъ, можетъ найти ихъ въ книгѣ, которую авторъ настоящаго труда посвятилъ недавно этому предмету.

Людей съ самаго ранняго дѣтства человѣчества занималъ вопросъ: что такое звѣзда? До недавняго времени отвѣтить на этотъ вопросъ было невозможно. Еще сто лѣтъ тому назадъ объ нихъ можно было сказать немногимъ больше того, что это—свѣтящаяся тѣла, природа которыхъ составляетъ для насъ тайну. Въ настоящее время мы можемъ опредѣлить звѣзды, какъ огромныя скопленія матеріи, вообще въ милліоны разъ больше земли, такой высокой температуры,

что они свѣтятъ собственнымъ свѣтомъ, и такой огромной массы, что они могутъ непрерывно давать свѣтъ и тепло многіе милліоны лѣтъ, не охладѣвъ вполнѣ. То, что мы сказали о солнцѣ, въ большей или меньшей степени приложимо вѣроятно и къ значительному большинству звѣздъ. Правда, мы не можемъ изучать ихъ поверхности, такъ какъ въ самыя сильныя телескопы онѣ остаются простыми свѣтящимися точками. Но аналогія съ нашимъ солнцемъ и съ другими небесными тѣлами заставляетъ насъ думать, что онѣ вращаются вокругъ своихъ осей, какъ солнце, и что онѣ представляли бы совершенно такой же видъ, какъ солнце, еслибы мы могли ихъ видѣть съ соотвѣтственнаго разстоянія. Мы имѣемъ много указаній на то, что вращеніе есть нормальное явленіе у всѣхъ небесныхъ тѣлъ. Въ тѣхъ немногихъ случаяхъ, когда оказывалось возможнымъ рѣшить, вращается ли звѣзда или нѣтъ, отвѣтъ на этотъ вопросъ получался утвердительный.

Между звѣздами есть безчисленное количество различій въ мелочахъ. Въ самомъ дѣлѣ, повидимому нѣтъ двухъ звѣздъ, совершенно одинаковыхъ по своему физическому строенію такъ же, какъ нѣтъ двухъ людей, совершенно схожихъ по внѣшнему и внутреннему складу. Въ главѣ о солнцѣ мы пытались дать представленіе объ огромной температурѣ этого тѣла, которая далеко превосходитъ всякую степень тепла, какую мы можемъ получить на землѣ. У насъ есть много основаній думать, что при наличности большихъ различій въ температурахъ звѣздъ значительное большинство ихъ имѣетъ гораздо болѣе высокую температуру, чѣмъ солнце. Это несомнѣнно справедливо относительно ихъ поверхностей и должно быть еще несомнѣннѣе относительно ихъ огромныхъ внутреннихъ частей.

### Звѣзды и туманности.

Звѣзды не единственныя тѣла, которыя наполняютъ безграничное пространство. По небу разсѣяны громадныя массы чрезвычайно рѣдкаго вещества, которыя по своему виду, напоминающему облака тумана, получили названіе *туманностей*. По размѣрамъ эти тѣла далеко превосходятъ солнце или звѣзды. Туманность величиною только съ нашу

солнечную систему была бы вѣроятно невидима въ самый сильный телескопъ и не могла бы выйти на самой тонкой фотографіи неба, еслибы только она не была значительно ярче обыкновеннаго. Извѣстныя намъ туманности вѣроятно въ сотни и въ тысячи разъ больше всей нашей солнечной системы. Такимъ образомъ мы можемъ раздѣлить всѣ тѣла вселенной, которыя свѣтятъ собственнымъ свѣтомъ, на звѣзды и туманности.

### Спектры звѣздъ.

Читая объ астрономическихъ открытіяхъ, мы обыкновенно думаемъ, что ихъ дѣлаютъ, глядя въ телескопъ. Теперь это, однако, не такъ. Величайшій шагъ впередъ въ астрономіи за послѣднее время состоитъ въ доказательствѣ существованія темныхъ тѣлъ вродѣ планетъ, которыя обращаются вокругъ многихъ звѣздъ. Эти объекты абсолютно невидимы ни въ какой телескопъ, какой только можно построить. Такой инструментъ не можетъ намъ ничего сказать о строеніи звѣзды. Великимъ орудіемъ прогресса здѣсь былъ спектроскопъ, описанный въ одной изъ предыдущихъ главъ. На основаніи сказаннаго читатель пойметъ, что при помощи спектроскопа мы не видимъ ничего въ обычномъ смыслѣ слова. Мы производимъ съ его помощью разложеніе лучей свѣта на ихъ составныя части совершенно такъ же, какъ химикъ разлагаетъ сложное тѣло на его простые элементы. Спектральный анализъ усложняется тѣмъ, что число элементовъ, входящихъ въ составъ свѣтового луча, обыкновенно безконечно. Огромное преимущество спектрального анализа обусловлено тѣмъ, что онъ не зависитъ отъ разстоянія. Чѣмъ дальше звѣзда, тѣмъ труднѣе ее видѣть, будемъ ли мы смотрѣть на нее невооруженнымъ глазомъ или въ телескопъ. Ея свѣтъ уменьшается обратно пропорціонально квадрату разстоянія; на разстояніи вдвое больше она даетъ свѣта вчетверо меньше, втрое дальше—въ девять разъ меньше и т. д. Но если звѣзда даетъ достаточно свѣта, чтобы его можно было разложить въ спектръ, то результатъ получается одинаково хорошо независимо отъ разстоянія. Какъ химикъ могъ бы одинаково легко сдѣлать анализъ минерала съ планеты Марсъ, еслибы его можно бы-

ло достать, и земного минерала, такъ и здѣсь: разъ лучъ свѣта достигъ спектроскопа, то фактъ, что онъ шелъ къ намъ, можетъ быть, сотни лѣтъ, нисколько не мѣшаетъ выводу нашего заключенія.

Получаемые спектры звѣздъ всегда оказываются пересѣченными множествомъ темныхъ линий. Это показываетъ, что всѣ звѣзды, подобно нашему солнцу, окружены атмосферами, температура которыхъ ниже температуры центрального тѣла. Это не значитъ, однако, что эта атмосфера холодна. Напротивъ она, вѣроятно, имѣетъ температуру выше любой печи у насъ на землѣ даже и у болѣе холодныхъ звѣздъ.

При тщательномъ сравненіи спектровъ звѣздъ всегда оказывается, что едва ли имѣется пара ихъ совершенно одинаковыхъ. Это показываетъ, что ихъ атмосферы различны по своему физическому строенію или по температурамъ тѣхъ веществъ, изъ которыхъ онѣ состоятъ. Значительное число этихъ темныхъ линий ихъ спектровъ оказываются тождественными съ тѣми линиями, которыя даютъ извѣстные вещества на землѣ. Отсюда слѣдуетъ, что вещества, изъ которыхъ состоятъ звѣзды, тождественны, по крайней мѣрѣ въ значительной части, съ земными.

Однимъ изъ наиболѣе часто встрѣчающихся веществъ оказывается водородъ. Нѣкоторыя водородныя линии имѣются почти во всѣхъ звѣздахъ. Другое вещество, которое, повидимому, имѣется во вселенной вездѣ, есть желѣзо. Еще одно—кальцій, металлическое основаніе извести. Намъ всѣмъ извѣстно, что это вещество имѣется на землѣ въ обилии, и его распространеніе въ звѣздахъ представляетъ примѣръ единства природы въ самомъ широкомъ видѣ.

Однако, и разнообразіе является правиломъ. Кромѣ линий, принадлежащихъ извѣстнымъ веществамъ, во многихъ звѣздахъ оказываются линии, которыя до сихъ поръ не удалось отождествить съ линиями какого бы то ни было извѣстнаго элемента. Это особенно относится къ разряду такъ называемыхъ Оріоновыхъ звѣздъ—ихъ много находится въ созвѣздіи Оріона. Эти звѣзды въ большинствѣ случаевъ очень бѣлы или даже голубоваты; онѣ даютъ нѣсколько тонкихъ темныхъ линий, болѣе или менѣе одинаковыхъ во

всѣхъ Оріоновыхъ звѣздахъ, но не принадлежащихъ никакому извѣстному химическому элементу. Поэтому существуютъ основанія думать, что въ звѣздахъ имѣются другіе химическіе элементы кромѣ знакомыхъ намъ на землѣ.

Въ одномъ чрезвычайно интересномъ случаѣ одно элементарное вещество возбудило интересъ своимъ присутствіемъ на солнцѣ и звѣздахъ. Вскорѣ послѣ начала изученія солнечнаго спектра стало извѣстно, что нѣкоторыя хорошо замѣтныя въ немъ линіи не принадлежали никакому извѣстному въ то время веществу. Но дальнѣйшее изслѣдованіе привело къ открытію, что это вещество существуетъ въ одномъ минералѣ изъ Норвегіи, клевентѣ и, можетъ быть, еще гдѣ-нибудь на землѣ. Въ виду его присутствія на солнцѣ оно было названо гелиемъ. Какъ только сталъ извѣстенъ его спектръ, оказалось, что гелій имѣется во многихъ звѣздахъ, получившихъ по этой причинѣ названіе «гелиевыхъ звѣздъ».

### Плотность и температура звѣздъ.

Въ многихъ случаяхъ есть возможность получить нѣкоторое представленіе о плотности звѣзды или, иными словами, объ ея удѣльномъ вѣсѣ. Весьма замѣчательно, что почти во всѣхъ этихъ случаяхъ плотность оказывается гораздо меньше плотности нашихъ твердыхъ или жидкихъ веществъ; нерѣдко она бываетъ не больше плотности воздуха, а иногда даже меньше. Въ этомъ отношеніи наше солнце, хотя и его плотность столь незначительна, повидимому, всетаки является исключеніемъ и, вѣроятно, только очень небольшая часть звѣздъ имѣетъ такую плотность, какъ солнце. Это указываетъ на то, что температура этихъ тѣлъ высока, такъ что всѣ твердыя или жидкія вещества должны при ней обращаться въ паръ, какъ обращается въ паръ вода, поставленная на огонь и мѣняющая свое физическое состояніе. Мы имѣемъ основаніе думать, что звѣзды большей частью суть массы такихъ паровъ чрезвычайно высокой температуры, на поверхности, пожалуй, нѣсколько болѣе холодныя. Возможно, что многія изъ звѣздъ похожи на пузыри, но это еще далеко не установлено.

Какъ и солнце, звѣзда должна имѣть температуру вну

три выше, чѣмъ на поверхности. Теплота можетъ излучаться только съ послѣдней; поэтому поверхность постоянно охлаждается и, еслибы вещество, изъ котораго состоитъ свѣтило, находилось въ состояніи покоя, то охлажденіе скоро привело бы къ образованію коры, какъ это происходитъ на поверхности расплавленнаго желѣза. Помѣшать этому можетъ только то, что по мѣрѣ охлажденія поверхностныхъ частей онѣ въ силу бѣльшей плотности, которую при этомъ приобрѣтають, должны опускаться въ кипящую массу ниже, части же этой массы должны подыматься взамѣнъ ихъ, охлаждаться и въ свою очередь опускаться внизъ. Такимъ образомъ возникаетъ постоянный обмѣнъ вещества между внутренней частью и поверхностью совершенно такъ же, какъ въ горшкѣ съ кипящей водой вода снизу постоянно подымается вверхъ, а находящаяся на верху постоянно падаетъ внизъ.

Отсюда слѣдуетъ, что долженъ существовать предѣлъ, меньше котораго величина звѣзды невозможна. Еслибы такое тѣло было не больше луны, то въ нѣсколько тысячъ лѣтъ оно охладилось бы настолько, что на его поверхности должна была бы образоваться кора. Это остановило бы тѣ токи, которыми нагрѣтое вещество выносилось на поверхность, и звѣзда вскорѣ перестала бы свѣтитъ. Такъ какъ врядъ ли можно сомнѣваться въ томъ, что возрастъ большинства звѣздъ надо считать милліонами лѣтъ, то, значить, онѣ должны быть настолько велики, что, несмотря на потерю тепла въ теченіе милліоновъ лѣтъ, не даютъ образоваться холодной корѣ на ихъ поверхности.

Мы сказали, что наше солнце принадлежитъ къ болѣе холоднымъ звѣздамъ, а равно и къ болѣе незначительнымъ по размѣрамъ. Эти два факта хорошо согласуются другъ съ другомъ. Чѣмъ меньше звѣзда, тѣмъ быстрѣе она охлаждается, какъ чашка воды охлаждается скорѣе, чѣмъ цѣлый кувшинъ.

Открытія спектроскопа дѣлають весьма вѣроятнымъ, что у каждой звѣзды имѣется собственная исторія жизни. Она начинается въ видѣ туманности, которая съ теченіемъ вѣковъ медленно сгущается въ голубоватую звѣзду чрезвычайно высокой температуры. Съ продолженіемъ конденсаціи звѣзда

приобрѣтаетъ все болѣе высокую температуру, пока не достигнетъ предѣла. Затѣмъ при охлажденіи цвѣтъ ея измѣняется послѣдовательно въ бѣлый, желтый и красный, а линіи въ ея спектрѣ становятся темнѣе и многочисленнѣе. Наконецъ, ея свѣтъ исчезаетъ, какъ замираетъ огонь, когда кончается запасъ топлива, и звѣзда становится темнымъ тѣломъ—ея жизнь окончилась. Чѣмъ больше масса звѣзды, тѣмъ дольше ея вѣкъ. Поэтому-то звѣзды, которыя мы наблюдаемъ, имѣютъ, повидимому, различные возрасты отъ младенческой туманности до звѣзды, умирающей отъ старости.

тельно слабыхъ. Полюсами Млечнаго Пути называются двѣ точки неба, которыя отстоятъ на девяносто градусовъ отъ точекъ Млечнаго Пути. Если мы представимъ себѣ, что кто-нибудь держать въ рукѣ палку такъ, что она перпендикулярна къ плоскости Млечнаго Пути, то концы этой палки будутъ указывать на упомянутые полюсы. Нѣкоторое представленіе о густотѣ звѣздъ можетъ дать слѣдующее: вблизи полюсовъ Млечнаго Пути кружокъ на небѣ поперечникомъ въ одинъ градусъ будетъ содержать двѣ или три звѣзды, видимыхъ въ совсѣмъ маленькій телескопъ. Въ области Млечнаго Пути въ такомъ кружкѣ будетъ восемь, десять или даже пятнадцать и двадцать такихъ звѣздъ.

### Яркость звѣздъ.

При первомъ взглядѣ на небо нельзя не замѣтить, что звѣзды чрезвычайно различны по своей яркости или, на астрономическомъ языкѣ, по своей величинѣ. Онѣ похожи на людей въ томъ отношеніи, что немногія изъ нихъ далеко ярче всѣхъ остальныхъ, значительно большее число менѣе ярки и по мѣрѣ перехода къ болѣе и болѣе слабымъ звѣздамъ число ихъ все растетъ. Видимыя невооруженнымъ глазомъ звѣзды были раздѣлены древними астрономами на шесть классовъ по величинѣ. Около двадцати самыхъ яркихъ звѣздъ неба были отнесены къ первой величинѣ, сорокъ слѣдующихъ по яркости были названы звѣздами второй величины; третьей величины было еще больше и т. д. до шестой, къ которой относились самыя слабыя звѣзды, какія можно видѣть при ясномъ небѣ и самомъ лучшемъ зрѣніи.

Современные астрономы продолжили эту систему и на телескопическія звѣзды. Тѣ звѣзды, которыя еще степенью ниже послѣднихъ звѣздъ, видимыхъ простымъ глазомъ, составили седьмую величину; слѣдующія по яркости восьмую и т. д. Самыя слабыя, какія можно видѣть или фотографировать при помощи самыхъ большихъ телескоповъ, относятся вѣроятно къ пятнадцатой, шестнадцатой или семнадцатой величинѣ.

Читателю, разумѣется, ясно, что величина звѣзды не выражаетъ ея дѣйствительной яркости, такъ какъ свѣтящееся тѣло тѣмъ ярче, чѣмъ оно ближе къ намъ. Какъ бы ни

была ярка звѣзда, но удаленная на достаточное разстояніе, она будетъ такъ слаба, что ея не увидишь. Самая слабая звѣзда на небѣ, еслибы ее можно было достаточно приблизить, казалась бы намъ звѣздой первой величины.

Раньше думали, что дѣйствительная яркость различныхъ звѣздъ приблизительно одна и та же и что нѣкоторыя звѣзды кажутся намъ ярче другихъ только потому, что онѣ ближе къ намъ. Но, какъ теперь извѣстно, дѣло обстоитъ иначе. Оцѣнки разстояній звѣздъ показываютъ, что между ближайшими къ намъ есть нѣсколько совершенно невидимыхъ простому глазу, тогда какъ нѣкоторыя звѣзды первой величины такъ далеки, что ихъ разстоянія нельзя измѣрить. Самыя яркія изъ звѣздъ излучаютъ свѣта вѣроятно въ сотни тысячъ разъ больше, чѣмъ самыя слабыя.

### Число звѣздъ.

Число всѣхъ звѣздъ на небѣ, какія можно видѣть при обыкновенномъ зрѣніи, лежитъ между пятыю и шестью тысячами. Очень острое зрѣніе, пожалуй, позволить видѣть болѣе шести тысячъ, но въ большинствѣ случаевъ люди видятъ даже меньше пяти тысячъ. Изъ нихъ одновременно можетъ быть видима только половина, да и изъ этой половины значительная часть будетъ такъ близко къ горизонту, что большая толща нашей атмосферы въ этомъ направленіи скроетъ ихъ. Число звѣздъ, которое легко можно видѣть въ ясный вечеръ при обыкновенномъ хорошемъ зрѣніи, составитъ вѣроятно отъ полуторы до двухъ тысячъ. Видимыя невооруженному глазу звѣзды называются по-англійски *lucid stars*, т. е. свѣтлыми, въ отличіе отъ телескопическихъ, которыя можно видѣть только при помощи телескопа.

Невозможно даже оцѣнить все число телескопическихъ звѣздъ. Обыкновенно считаютъ, что въ большіе телескопы ихъ видно отъ пятидесяти до ста милліоновъ; въ настоящее время при помощи специальныхъ телескоповъ можно фотографировать звѣзды еще слабѣе тѣхъ, которыя можно увидѣть глазомъ въ какой бы то ни было телескопъ. Указаній на какой-нибудь предѣлъ этого числа нѣтъ. Когда мы переходимъ все къ болѣе и болѣе слабымъ звѣздамъ, ихъ является все больше и больше. Все, что можно сказать о чи-

слѣ всѣхъ звѣздъ, это, что его нужно считать сотнями миллионовъ.

Въ самомъ дѣлѣ есть основанія думать, что огромное большинство звѣздъ невидимы даже и въ самые могучіе наши телескопы вслѣдствіе ихъ отдаленности. Разстояніе значительнаго большинства такъ велико, что намъ становятся извѣстными только самыя яркія изъ нихъ.

Тамъ и сямъ въ различныхъ частяхъ неба мелкія звѣзды собраны въ скопленія. Нѣкоторыя изъ этихъ скопленій видны простымъ глазомъ. Нѣкоторыя изъ нихъ, въ Млечномъ Пути и около него, нерѣдко состоятъ изъ сотенъ и даже тысячъ звѣздъ слишкомъ слабыхъ, чтобы ихъ можно было видѣть безъ телескопа.

Звѣзды между собою различаются и цвѣтомъ, хотя не въ такой рѣзкой степени, какъ предметы на землѣ. Самый поверхностный наблюдатель не можетъ не замѣтить разницы между голубовато-бѣлымъ цвѣтомъ альфы Лиры и красноватымъ Арктюра. Существуетъ, повидимому, правильная постепенность въ цвѣтахъ звѣздъ отъ голубого черезъ желтый къ красному. Какъ общее правило, чѣмъ краснѣе звѣзда, тѣмъ больше число и интенсивность темныхъ линій въ зеленой и голубой частяхъ ихъ спектра.

### Созвѣздія.

Не нужно долго разсматривать небо, чтобы увидѣть, что звѣзды разсѣяны на немъ неравномѣрно, но что между ними замѣтна большая или меньшая тенденція группироваться въ созвѣздія. Это относится особенно къ болѣе яркимъ звѣздамъ. Но между созвѣздіями нельзя провести ясной черты, т. е. нельзя начертить линіи, ясно показывающей, гдѣ кончается одно созвѣздіе и начинается другое. Тѣмъ не менѣе раздѣленіе на созвѣздія, сдѣланное въ древности, сохранилось у астрономовъ до нынѣшняго дня.

Какъ и кто первый начерталъ созвѣздія и далъ имъ имена, неизвѣстно. У китайцевъ созвѣздія (у нихъ ихъ меньше, чѣмъ у насъ) были въ самыя раннія времена ихъ исторіи. Наши свѣдѣнія о созвѣздіяхъ восходятъ къ Птолемею, который жилъ во второмъ вѣкѣ по Р. Х. Его названія въ ходу до сихъ поръ. Такъ какъ многія изъ нихъ суть имена

боговъ, богинь и героевъ греческой мифологіи—Персей, Андромеда, Цефей, Геркулесь и пр.—, то вѣроятно многія изъ нихъ были даны во время или послѣ эпохи героевъ.

Въ новое время цѣлый рядъ новыхъ созвѣздій былъ выкроенъ или нарисованъ между старыми. Это относится особенно къ южному полушарію, которое было мало извѣстно древнимъ грекамъ.

### III

## Описание созвѣздій.

Настоящая глава предназначается для тѣхъ, кто хотѣлъ бы умѣть распознавать главныя созвѣздія и знать, гдѣ искать различныя планеты. Задача указанія созвѣздіи усложняется дѣйствіемъ двоякаго движенія земли вокругъ оси и вокругъ солнца. Вслѣдствіе перваго созвѣздія мѣняются свое видимое положеніе въ теченіе ночи, а въ силу послѣдняго въ различныя времена года видны различныя созвѣздія.

Въ одной изъ предыдущихъ главъ мы объяснили, какъ вслѣдствіе движенія земли по орбитѣ вокругъ солнца послѣднее кажется намъ проходящимъ полный кругъ между созвѣздіями. Такимъ образомъ, если звѣзда находится къ востоку отъ солнца, мы увидимъ, что она приближается къ солнцу каждый день. Если мы станемъ смотрѣть каждую ночь въ одинъ и тотъ же часъ, то мы замѣтимъ, что она движется все дальше и дальше къ западу. Вслѣдствіе этого она должна восходить и заходить каждый день раньше, чѣмъ въ предыдущій. Точнѣе, время между двумя восходами или двумя заходами одной и той же звѣзды составляетъ двадцать три часа пятьдесятъ шесть минутъ четыре съ половиною секунды. Въ теченіе года солнце восходитъ триста шестьдесятъ пять разъ, а звѣзда триста шестьдесятъ шесть разъ. Такимъ образомъ послѣдняя въ теченіе года восходитъ во всѣ часы дня и ночи послѣдовательно.

Астрономы избѣгаютъ всякой путаницы, которая могла бы происходить отъ этой причины, тѣмъ, что пользуются звѣзднымъ временемъ, т. е. временемъ, измѣряемымъ движеніемъ звѣздъ. Какъ уже было сказано, звѣздными сутками называется промежутокъ между двумя послѣдовательными прохожденіями звѣзды черезъ меридіанъ; онъ на три

минуты пятьдесятъ шесть секундъ короче нашихъ обыкновенныхъ сутокъ. Звѣздныя сутки раздѣляются на двадцать четыре звѣздныхъ часа, а каждый часъ на звѣздныя минуты и секунды. Звѣздные часы уходятъ впередъ отъ обыкновенныхъ на три минуты пятьдесятъ шесть секундъ въ сутки и такимъ образомъ для одинаковаго положенія звѣзды они показываютъ одно и то же время весь годъ.

Кто хочетъ слѣдить за движеніемъ звѣздъ, тому будетъ очень полезно знать приближенно звѣздное время. Его можно получить по слѣдующему правилу: удвойте номеръ мѣсяца въ году; это число дасть звѣздное время въ шесть часовъ вечера <sup>1)</sup>. Въ семь часовъ оно будетъ часомъ больше, въ восемь часовъ двумя и т. д.

Предположимъ, напримѣръ, что вы смотрите на небо въ ноябрѣ въ девять часовъ вечера. Это одиннадцатый мѣсяцъ; умноженіе на два даетъ двадцать два, прибавляя три, мы получимъ двадцать пять или, отбрасывая двадцать четыре часа, одинъ часъ звѣзднаго времени. Полученное такимъ образомъ время рѣдко будетъ ошибочно болѣе, чѣмъ на часъ, развѣ въ первую недѣлю или полторы каждаго мѣсяца, когда оно будетъ часомъ или около того больше, чѣмъ выходитъ указаннымъ путемъ. Тогда его нужно уменьшать однимъ часомъ. Прилагая это правило къ январю, мы получимъ для девяти часовъ вечера пять часовъ звѣзднаго времени. Но въ началѣ мѣсяца звѣздное время въ девять часовъ вечера будетъ четыре часа вмѣсто пяти.

Въ 0 часовъ звѣзднаго времени на меридіанѣ находится колюръ равноденствія; въ шесть часовъ колюръ солнцестоянія и т. д.

### Сѣверныя созвѣздія.

Послѣ этихъ предварительныхъ замѣчаній мы можемъ перейти къ изученію созвѣздій. Я предполагаю, что читатель находится гдѣ-нибудь на широтѣ средней Европы или Соединенныхъ Штатовъ; здѣсь главныя сѣверныя созвѣздія никогда не заходятъ и ихъ цѣликомъ или частью можно видѣть каждый вечеръ круглый годъ. Съ нихъ поэтому мы и начнемъ.

<sup>1)</sup> въ пять часовъ, если время считается по старому стилю.

Рисунокъ, изображающій эти созвѣздіа, данъ въ первой части этой книги (рис. 2). Чтобы видѣть ихъ въ настоящемъ видѣ, держите рисунокъ такъ, чтобы названіе мѣсяца было на верху; это будетъ положеніе въ восемь часовъ вечера. Часомъ позже его нужно повернуть немного въ направленіи стрѣлокъ. Напримѣръ, въ іюлѣ, въ десять часовъ вечера его надо держать такъ, чтобы на верху былъ августъ. Римскія цифры сверху даютъ звѣздное время, что даетъ возможность избѣгать его вычисленія.

Прежде всего найдите *Ursa Major*, Большую Медвѣдицу, въ Америкѣ называемую черпакомъ (*Dipper*), на которой это созвѣздіе похоже гораздо больше, чѣмъ на медвѣдицу. Это можно сдѣлать всегда за исключеніемъ, развѣ, осени, когда она, можетъ быть, отчасти скрыта подъ сѣвернымъ горизонтомъ, если вы находитесь далеко на югѣ. Замѣьте пару звѣздъ, образующихъ переднюю стѣнку этого черпака. Ихъ называютъ указателями (*pointers*), такъ какъ онѣ указываютъ на звѣзду у полюса, какъ видно по пунктирной линіи. Эта звѣзда находится въ центрѣ карты. Ее называютъ Полярной (*Polaris*).

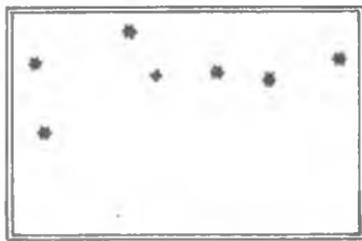


Рис. 50. *Ursa Major*, Большая Медвѣдица или Возь.

Полярная звѣзда принадлежитъ къ созвѣздію Малой Медвѣдицы, *Ursa Minor*; остальную часть этого созвѣздіа вы найдете, слѣдуя по дугѣ звѣздъ отъ полюса къ XVI часу. Тамъ вы найдете другую звѣзду такой же яркости, какъ и Полярная, но слегка красноватой окраски. Это Бета Малой Медвѣдицы.

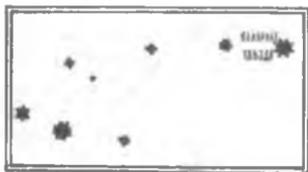


Рис. 51. *Ursa minor*, Малая Медвѣдица.

Если вамъ не видны «указатели», то Полярную звѣзду будетъ нетрудно найти, разъ вы хорошо знаете сѣверъ, такъ какъ она находится приблизительно посрединѣ между зенитомъ и сѣвернымъ горизонтомъ—тѣмъ ближе, впрочемъ, къ послѣднему, чѣмъ вы дальше на югѣ. Ее легко отли-

чить отъ ея сосѣда Беты по большей бѣлизнѣ, такъ какъ Бета слегка красновата и темнѣе.

По другую сторону полюса на такомъ же разстояніи, какъ Большая Медвѣдица, находится *Кассіопея*, женщина въ креслѣ. Это кресло имѣетъ очень вогнутую спинку, но если положить подушку въ эту впадину, оно можетъ быть довольно удобнымъ.



Рис. 52. Cassiopeja, Кассіопея.

Есть еще нѣсколько другихъ созвѣздій въ области, лежащей вблизи полюса, но яркихъ звѣздъ въ нихъ мало и они менѣе интересны, чѣмъ упомянутыя выше. Къ нимъ принадлежитъ *Draco*, Драконъ, котораго кольца извиваются между Медвѣдицами, а голову составляетъ треугольникъ изъ звѣздъ въ XVIII часахъ, вблизи того мѣста, которое бываетъ въ зенитѣ раннимъ вечеромъ въ августѣ.

### Осеннія созвѣздія.

Зенитальныя и южныя созвѣздія мѣняются вмѣстѣ съ временемъ года. Мы начнемъ съ положенія небесной сферы въ 0 часовъ звѣзднаго времени. Это приходится на десять часовъ вечера въ октябрѣ, на восемь въ ноябрѣ и на шесть въ декабрѣ.

Прежде всего нужно представить себѣ колюрь равноденствія. Онъ проходитъ отъ полюса вверхъ вблизи самой западной яркой звѣзды Кассіопеи и направляется къ югу черезъ восточную сторону квадрата Пегаса. Послѣдній представляетъ рѣзко замѣтную мѣтку на небѣ и состоитъ изъ четырехъ звѣздъ второй или третьей величины. Его квадратъ имѣетъ стороны около пятнадцати градусовъ длиною.

Къ сѣверу-востоку отъ сѣверо-восточнаго угла этого квадрата находится *большая туманность Андромеды*. Она ясно видна простымъ глазомъ, какъ бѣловатое размытое свѣтлое пятно, а въ телескопъ представляется великолѣпнымъ объектомъ.

*Млечный Путь* теперь пересѣкаетъ небо въ видѣ слегка наклонной арки, опирающейся на восточную и западную

части горизонта съ вершиною нѣсколько къ сѣверу отъ зенита въ Кассіопеѣ; направляясь вдоль него отъ этого созвѣздія къ востоку, мы сначала встрѣчаемъ *Персея*, который находится въ самомъ Млечномъ Пути. Самая яркая звѣзда въ этомъ созвѣздіи—Альфа Персея, второй величины.

Къ востоку отъ Альфы находится бѣлое пятно вродѣ маленькаго облака. Въ маленькій телескопъ, даже въ хорошую зрительную трубу можно увидѣть, что это пятно есть скопленіе или куча слабыхъ звѣздъ. Это—*большое скопленіе Персея*, которое на рисункѣ созвѣздія образуетъ рукоятку меча героя.

Въ видѣ отвѣтвленія къ югу (или на юго-востокъ при взятомъ нами положеніи созвѣздія) идетъ рядъ изъ трехъ звѣздъ. Средняя и самая яркая изъ нихъ есть удивительная перемѣнная звѣзда Альголь, измѣненія которой будутъ описаны ниже. Она называется также Бетой Персея.

Ниже Персея ближайшимъ крупнымъ созвѣздіемъ является *Auriga*, Возничій. Онъ отмѣченъ Капеллой, Козочкой, звѣздой первой величины и одной изъ самыхъ яркихъ надъ горизонтомъ въ это время—даже одной изъ четырехъ или пяти самыхъ яркихъ звѣздъ всего неба. Но другихъ замѣтныхъ звѣздъ въ немъ нѣтъ.

Къ юго-востоку находится *Альдебаранъ* и *Плеяды*, описываемыя ниже. Пока пойдемъ по направленію Млечнаго Пути отъ зенита къ западу.

Первой группой яркихъ звѣздъ къ западу отъ Кассіопеи будетъ теперь *Cygnus*, Лебедь, лежащій на самомъ Млечномъ Пути. Пять звѣздъ расположены приблизительно въ формѣ креста и отмѣчаютъ грудь, спину и распростертыя крылья птицы. Ярче всѣхъ въ этой группѣ Альфа Лебеда или Денебъ—почти, но не совсѣмъ первой величины.

Ниже, вправо отъ Лебеда и немного въ сторонѣ отъ Млечнаго Пути находится созвѣздіе *Lyra*, Лира, отмѣченное прекрасной и очень яркой голубоватой звѣздой Вегой. Въ немъ нѣтъ звѣздъ ярче третьей величины, но то, что въ немъ есть, заслуживаетъ внимательнаго изученія.

На данномъ здѣсь рисункѣ замѣьте звѣзду влѣво отъ Веги; ее зовутъ Эпсилонъ Лиры. При напряженномъ вниманіи и остромъ зрѣніи можно видѣть, что эта звѣзда на

самомъ дѣлѣ состоитъ изъ двухъ, лежащихъ такъ близко другъ къ другу, что ихъ не легко различить. Съ биноклемъ это гораздо легче. Но любопытнѣе всего, что каждая изъ



Рис. 53. Lyra, Лиры.

ея звѣздъ оказывается въ свою очередь двойной, если направить телескопъ на эту пару, такъ что Эпсилонъ Лиры на самомъ дѣлѣ состоитъ изъ четырехъ звѣздъ.

Другая звѣзда, почти на такомъ же разстояніи отъ Веги, какъ Эпсилонъ, лежитъ въ углу параллелограмма, расположеннаго къ югу отъ Веги. Въ дальнемъ тупомъ углу этого параллелограмма лежитъ Бета Лиры, отмѣченная на рисункѣ буквой В, замѣчательная переменная звѣзда, слѣва отъ которой лежитъ Гамма. Законъ ея измѣненій будетъ описанъ ниже.

Справа отъ Лиры въ Млечномъ Пути лежитъ *Aquila*, Орелъ; о немъ будетъ ниже.

Ниже будутъ описаны и остальные созвѣздія, лежащія на западѣ на небольшой высотѣ. Теперь мы быстро пробѣжимъ созвѣздія зодіака.

Еслибы эклиптика была нарисована на небѣ масляной краской, то теперь она подымалась бы нѣсколько сѣвернѣе восточной точки горизонта, проходила бы до середины неба на югѣ, гдѣ пересѣкала бы подъ небольшимъ угломъ экваторъ, и затѣмъ, проходя къ западу, достигала бы западнаго горизонта въ двадцати трехъ градусахъ къ югу отъ точки запада. Во взятое нами время большая часть созвѣздія *Sagittarius*, Стрѣлецъ, находится подъ западнымъ горизонтомъ, *Capricornus*, Козерогъ, *Aquarius*, Водолей, и *Pisces*, Рыбы, заполняютъ пространство до меридіана. Звѣзды этихъ созвѣздій въ большинствѣ слабы и немногія изъ нихъ или ни одна даже не превосходитъ третьей величины.

Достигая меридіана, мы видимъ недалеко къ югу отъ зенита надъ зодіакомъ квадратъ Пегаса. Къ востоку отъ него находится созвѣздіе *Aries*, Овенъ. Три главныхъ звѣзды его второй, третьей и четвертой величины образуютъ тупоугольный треугольникъ. Ярче всѣхъ Альфа Овна.

Двѣ тысячи лѣтъ тому назадъ это созвѣздіе отмѣчало первый знакъ зодіака и равноденствіе было какъ разъ подѣ Альфой Овна, какъ было описано при объясненіи предвѣренія равноденствій.

Къ юго-востоку отъ квадрата Пегаса находится обширное созвѣздіе *Cetus*, Китъ. Двѣ самыхъ яркихъ его звѣзды, Альфа и Бета, второй величины. Послѣдняя лежитъ приблизительно подѣ юго-восточной звѣздой въ квадратѣ Пегаса и совершенно отдѣльно. Альфа нѣсколько дальше къ востоку. Къ западу отъ Альфы и немного южнѣе лежитъ замѣчательная звѣзда *Mira Ceti*, «дивная» звѣзда Кита, которая невидима простому глазу за исключеніемъ мѣсяца или двухъ въ году, когда она достигаетъ четвертой, третьей и нерѣдко второй величины.

Немного къ западу отъ точки юга, совсѣмъ внизу находится Фомальгаутъ, звѣзда почти первой величины созвѣздія *Piscis Austrinus*, Южная Рыба.

### Зимняя созвѣздія.

Слѣдующее положеніе звѣздъ, которое мы опишемъ, бываетъ спустя шесть часовъ послѣ предыдущаго; иначе говоря, въ два часа утра въ ноябрѣ и въ восемь часовъ вечера въ февралѣ. Въ этотъ шестичасовой промежутокъ на востокѣ взошла и поднялась по направленію къ югу другая часть Млечнаго Пути. Млечный Путь теперь проходитъ почти черезъ зенитъ, опираясь на горизонтъ вблизи точекъ юга и сѣвера.

Вблизи него и къ востоку отъ меридіана мы видимъ созвѣздіе *Taurus*, Телець; самая яркая звѣзда въ немъ Альдебаранъ, находящійся на мѣстѣ глаза мифологической фигуры Тельца. Альдебаранъ легко признать по его красному отбѣнку. Онъ лежитъ на концѣ одной изъ частей группы звѣздъ, имѣющей форму  $\vee$  и называемой *Гіадами*. Обратите вниманіе на красивую пару звѣздъ посрединѣ одной изъ вѣтвей.

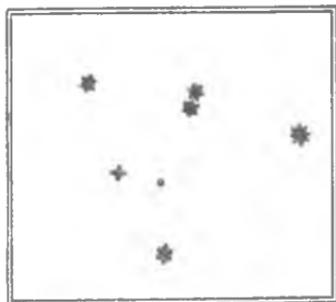


Рис. 54. Hyades, Гіады.

Тутъ же находится самое извѣстное скопление звѣздъ, *Плеяды* или «Семизвѣздіе».

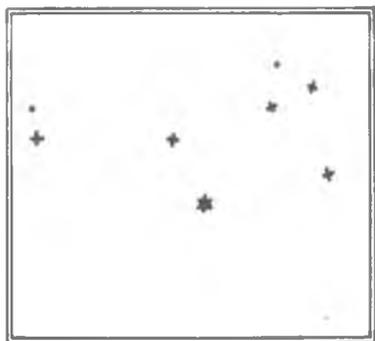


Рис. 55. Pleiades, Плеяды для невооруженнаго глаза.

Обыкновенный невооруженный глаз можетъ увидѣть здѣсь только шесть звѣздъ, но хорошее зрѣніе позволитъ увидѣть еще пять, а всего одиннадцать; названіе «Семизвѣздія» такимъ образомъ неудачно; въ видѣ оправданія его въ древности говорили, что вначалѣ ихъ было семь, но одна изъ нихъ исчезла. «Потерянная Плеяда» есть вѣроятно мифъ, такъ какъ мы не знаемъ постепенно слабѣющихъ звѣздъ. Въ телескопъ видно, что это скопление содержитъ много еще меньшихъ звѣздъ,

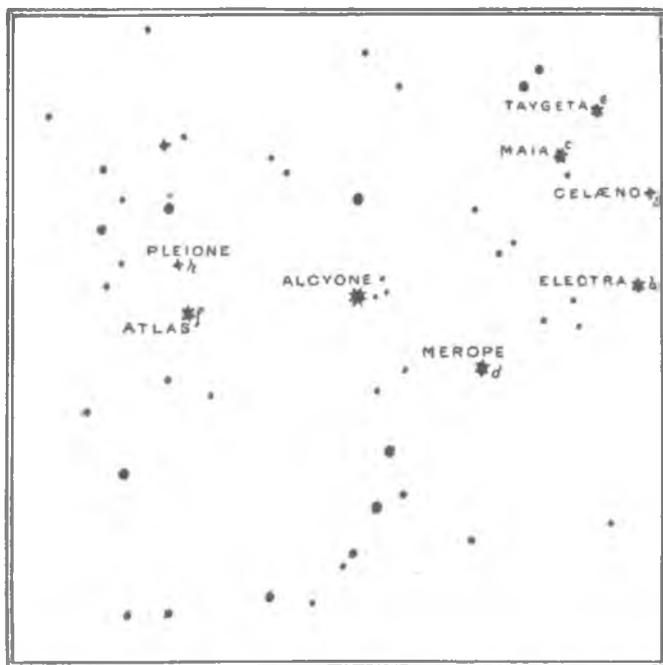


Рис. 56. Видъ Плеядъ въ телескопъ, съ именами болѣе яркихъ звѣздъ.

какъ это показываетъ приложенная телескопическая карта.

Центральная, самая яркая звѣзда этой группы называется *Альционой*. Мэдлеръ считалъ ее центромъ вселенной. Но это мнѣніе совершенно ни на чемъ не основано.

Къ востоку отъ Тельца вблизи зенита находятся *Gemini*, Близнецы, замѣтные по двумъ звѣздамъ почти первой величины, Кастору и Поллуксу. Послѣдній сѣвернѣе и немного ярче другого.

Слѣдующее зодіакальное созвѣздіе есть *Cancer*, Ракъ, но въ немъ нѣтъ замѣтныхъ звѣздъ. Его самую выдающуюся особенность составляетъ *Praesepe*, Ясли, группа звѣздъ, въ отдѣльности невидимыхъ простому глазу, а въ совокупности кажущихся небольшимъ свѣтлымъ пятномъ. Самый маленькій телескопъ покажетъ въ этомъ пятнѣ съ дюжину звѣздъ.

*Leo*, Левъ также теперь высоко на востокъ. Его можно узнать по Регулу, звѣздѣ приблизительно первой величины, и по изогнутому ряду звѣздъ въ формѣ серпа съ Регуломъ въ ручкѣ.

На югѣ теперь находится самое блестящее созвѣздіе неба, великолѣпный *Orion*, Оріонъ. Три звѣзды второй величины въ рядъ, образующія поясъ воина, извѣстны съ дѣтства всѣмъ, кто глядѣлъ на небо. Подъ ними идетъ другой рядъ изъ трехъ звѣздъ, въ которомъ верхняя совсѣмъ слаба. Средняя изъ нихъ кажется слегка мутной и на самомъ дѣлѣ это вовсе не звѣзда, а одинъ изъ великолѣпнѣйшихъ объектовъ неба—*большая туманность Оріона*. Простая зрительная труба обнаружитъ ея природу, но чтобы увидѣть все великолѣпіе ея формъ, нуженъ большой телескопъ.

Углы этого созвѣздія отмѣчены четырьмя звѣздами. Болѣе яркая изъ верхней пары, Альфа Оріона имѣетъ красноватую окраску. Въ противоположномъ углу лежитъ Ригель, голубо-



Рис. 57. Оріон, Оріонъ.

ватый по цвѣту и также первой величины. Двѣ верхнія звѣзды приходятся въ плечахъ фигуры, посрединѣ надъ ними треугольникъ изъ слабыхъ звѣздъ представляетъ голову.

Къ востоку отъ Оріона находится *Canis Minor*, Малый Песъ, со звѣздой первой величины Протономъ. Ниже его къ юго-востоку отъ Оріона находится еще одна группа яркихъ звѣздъ, образующихъ созвѣдіе *Canis Major*, Большой Песъ, съ самой яркой неподвижной звѣздой всего неба Сириусомъ.

### Весеннія созвѣдія.

Третье положеніе сферы—въ двѣнадцать часовъ звѣзднаго времени—бываетъ въ февралѣ въ два часа ночи, въ маѣ въ восемь часовъ вечера. Лира теперь поднялась на сѣверовостокъ, а Капелла опускается внизъ на сѣверо-западъ. Млечнаго Пути вовсе не видно, если только воздухъ не очень прозраченъ. Въ такомъ случаѣ онъ будетъ казаться касающимся сѣвернаго и западнаго горизонта. Регулъ прошелъ меридіанъ, а Оріонъ и Большой Песъ зашли или подходятъ низко на юго-западъ.

Посрединѣ неба къ юго-востоку отъ зенита находится Арктуръ, темнаго желтаго цвѣта, но одна изъ самыхъ яркихъ звѣздъ первой величины.

Къ востоку отъ Арктура (въ это время подъ нимъ) лежитъ *Corona Borealis*, Сѣверный Вѣнецъ, прекрасный полукругъ звѣздъ, изъ которыхъ самая яркая второй величины.

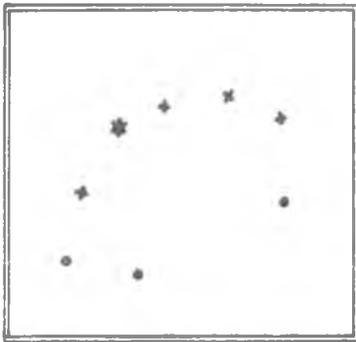


Рис. 38. *Corona borealis*, Сѣверный Вѣнецъ.

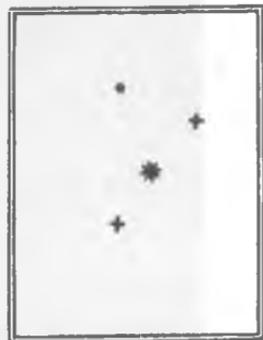
Вблизи зенита помѣщается *Coma Berenices*, Волосы Вероники, скопленіе слабыхъ звѣздъ преимущественно пятой величины. На юго-востокъ отъ Льва лежитъ *Virgo*, Дѣва, въ которой замѣтна только Спика (колосъ)—бѣлая звѣзда почти первой величины. Въ *Libra*, Вѣсахъ, къ востоку и юго-востоку

отъ Дѣвы, яркихъ звѣздъ нѣтъ.

## ЛѢТНІЯ СОЗВѢЗДІЯ.

Четвертое положеніе сферы, для восемнадцати часовъ звѣзднаго времени, въ маѣ приходится на два часа ночи, въ августѣ на восемь часовъ вечера. Теперь Капелла зашла, Лира вблизи зенита, Кассіопея на сѣверо-востокѣ, а вблизи меридіана проходитъ самая яркая часть Млечнаго Пути. Мы описали всѣ созвѣздія, лежащія вдоль него къ сѣверу отъ Лиры; теперь направимся къ югу.

Одной изъ замѣтныхъ особенностей Млечнаго Пути теперь будетъ большое развѣтвленіе или раздѣленіе на двѣ вѣтви. Раздѣленіе это можно прослѣдить отъ Лебеда, гдѣ оно начинается, черезъ Лиру до середины неба въ сторону южной части горизонта. Здѣсь между вѣтвями въ расщепѣ мы видимъ *Aquila*, Орла, котораго отмѣчаетъ Альтаиръ, первой величины. Онъ находится на прямой линіи между двумя другими звѣздами третьей и четвертой величины.

Рис. 59. *Aquila*, Орель.

Въ этой точкѣ западная вѣтвь Млечнаго Пути отклоняется еще дальше и какъ будто кончается; однако, если воздухъ чистъ, можно видѣть ея продолженіе у горизонта.

Рис. 60. *Delphinus*, Дельфинъ.

Къ востоку отъ Орла лежитъ маленькое, но очень красивое созвѣздіе, въ наукѣ извѣстное подъ именемъ *Delphinus*, Дельфина, но въ Америкѣ извѣстное обыкновенно подъ именемъ «гроба Іова».

Между Лирой и прекраснымъ Вѣнцомъ, въ это время находящимся нѣсколько къ западу отъ зенита, лежитъ широко раскинутое созвѣздіе Геркулеса, *Hercules*. Самая яркая звѣзда его, Альфа, слабѣе второй величины; ее можно узнать по красноватому цвѣту и по бѣлой звѣздѣ Альфа Змѣноскоца (*Ophiuchus*) немного дальше къ востоку. Самымъ замѣчатель-

нымъ объектомъ этого созвѣдія является *большое скопленіе Геркулеса*, которое простому глазу кажется очень слабымъ



Рис. 61. Большое звѣздное скопленіе въ созвѣдіи Геркулеса по фотографіи Ликской обсерваторіи.

пятномъ, но въ большой телескопъ разрѣшается въ цѣлую вселенную звѣздъ.

Вблизи горизонта на юго-западѣ видно зодіакальное созвѣдіе Скорпіона, *Scorpius*. На его западномъ краю находится изогнутый рядъ звѣздъ, образующій его клешни; къ востоку отъ него находится Антаресь или Альфа Скорпіона, красноватаго цвѣта, почти первой величины.

На Млечномъ Пути въ южномъ направленіи, слѣдова-

тельно, къ востоку отъ Скорпіона лежитъ Стрѣлецъ, *Sagittarius*, съ цѣлой кучей звѣздъ второй и третьей величинъ. Въ нихъ не трудно вообразить лукъ и стрѣлу Стрѣльца.

Далѣе къ востоку находятся Козерогъ и Водолей, уже упомянутые. Самая яркая звѣзда перваго имѣетъ близкаго спутника и того, кто можетъ раздѣлить ихъ, надо считать обладателемъ хорошаго зрѣнія.

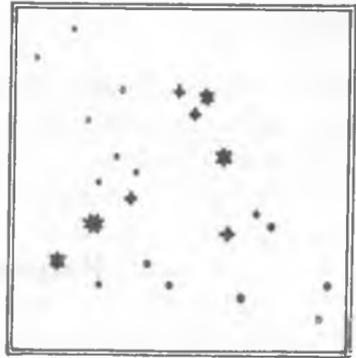


Рис. 62. Scorpius, Скорпионъ.

## Разстоянія звѣздъ.

Основанія, съ помощью которыхъ опредѣляются разстоянія въ небесахъ, были изложены въ нашей главѣ о небесныхъ измѣреніяхъ. Для разстояній луны и ближайшихъ планетъ мы пользуемся въ видѣ базиса радіусомъ земли либо линіей, соединяющей два мѣста на ея поверхности. Но это совершенно не годится по своей незначительности для измѣренія такихъ разстояній, какъ разстояніе даже ближайшей звѣзды. Для этой цѣли за базисъ берутъ весь поперечникъ земной орбиты. При переходѣ земли съ одного края орбиты на другой звѣзды должны слегка сдвигаться въ обратномъ направленіи. Но это движеніе оказывается почти неизмѣримо малымъ. Его можно опредѣлить съ достаточною точностью, только сравнивая звѣзды между собою слѣдующимъ образомъ:

Пусть маленькій кругъ на лѣвой сторонѣ чертежа (3) представляетъ орбиту земли. Пусть  $S$  будетъ недалекая отъ насъ звѣзда, разстояніе которой мы желаемъ измѣ-



Рис. 63. Измѣреніе параллакса звѣзды.

рять. Пусть пунктирныя линіи, почти параллельныя другъ другу, указываютъ направленіе звѣзды  $T$ , которая находится въ нѣсколько разъ дальше. Когда земля находится на одномъ краю своей орбиты, напримѣръ въ  $P$ , мы измѣряемъ малый уголъ  $SPT$ , на который отстоятъ другъ отъ друга

эти двѣ звѣзды. Когда земля переходитъ въ діаметрально противоположное мѣсто на орбитѣ, то, какъ легко видѣть, соотвѣтствующій уголъ  $SQT$  будетъ больше. Мы снова измѣряемъ его. На основаніи разницы этихъ двухъ угловъ можно вычислить съ помощью тригонометріи разстояніе ближайшей звѣзды, если извѣстно разстояніе далекой. На самомъ дѣлѣ нужно принимать, что звѣзда  $T$  находится на безконечномъ разстояніи, такъ что упомянутыя пунктирныя линіи параллельны. Тогда измѣренная разница между указанными углами позволяетъ вычислить уголъ, подъ которымъ виденъ радіусъ земной орбиты съ звѣзды  $S$ . Именно этотъ уголъ и вводятъ въ свои вычисления астрономы вмѣсто разстоянія звѣзды. Онъ называется *параллаксомъ* звѣзды. Если мы желаемъ найти разстояніе звѣзды, мы должны раздѣлить число 206265 на параллаксъ звѣзды, выраженный въ доляхъ секунды; это дастъ ея разстояніе въ единицахъ радіуса земной орбиты. Одной секундой называется уголъ, подъ которымъ виденъ предметъ въ одинъ сантиметръ поперечникомъ на разстояніи въ 206265 сантиметровъ или около двухъ километровъ. Это, конечно, совершенно недоступно простому глазу.

Какъ видно, этотъ способъ измѣренія предполагаетъ, что намъ извѣстно, которая изъ двухъ звѣздъ ближе, и даже извѣстно, что болѣе далекая звѣзда находится на почти безконечномъ разстояніи. Можно задать вопросъ, откуда это извѣстно и какъ можно выбрать звѣзду, близкую къ намъ? Самыя тщательныя измѣренія, какія можно сдѣлать самыми точными инструментами, показываютъ, что огромная масса слабыхъ телескопическихъ звѣздъ вовсе не измѣняютъ своихъ относительныхъ положеній, а какъ будто остаются прибитыми къ небесной сферѣ изъ году въ годъ. Однако временами попадаются исключенія. Очень яркая звѣзда, вѣроятно, ближе къ намъ, чѣмъ болѣе слабыя, и если такая звѣзда измѣняетъ свое положеніе, то астрономъ можетъ взяться за измѣреніе и опредѣлить ея параллаксъ.

Насколько пока изслѣдовано, ближе всѣхъ къ намъ находится Альфа Центавра, звѣзда приблизительно первой величины въ южномъ полушаріи. Параллаксъ этой звѣзды равенъ  $0.75''$ . Согласно данному выше правилу ея разстояніе

приблизительно въ 275 000 разъ больше разстоянія солнца отъ земли. Эта величина далеко превосходитъ всѣ силы нашего воображенія. Грубое представленіе о ней можно получить съ помощью того соображенія, что даже свѣтъ, скорость котораго мы уже описывали, потребовалъ бы болѣе четырехъ лѣтъ, чтобы дойти отъ этой звѣзды до насъ. Мы видимъ ее не тою, какая она теперь, но тою, какою она была четыре слишкомъ года назадъ. На такомъ разстояніи не только земная орбита обращается въ точку, но даже шаръ съ окружностью въ орбиту Нептуна былъ бы только чуть-чуть виденъ простому глазу, какъ ничтожнѣйшая точка.

Слѣдующая по порядку разстоянія звѣзда, можно думать, въ полтора раза дальше Альфы Центавра; наберется еще съ полдюжины такихъ, разстоянія которыхъ въ три или четыре раза больше. Въ общемъ параллаксы приблизительно сотни звѣздъ были опредѣлены болѣе или менѣе точно; но даже въ этихъ случаяхъ параллаксъ такъ малъ, что нельзя быть увѣреннымъ въ его реальности. Вѣроятно, только около пятидесяти звѣздъ находится на разстояніи, не превышающемъ семикратнаго разстоянія Альфы Центавра. Разстоянія тѣхъ звѣздъ, которыхъ параллаксы слишкомъ малы, чтобы ихъ можно было измѣрить, можно скорѣй оцѣнивать, чѣмъ вычислять. Повидимому, по крайней мѣрѣ болѣе яркія звѣзды разсѣяны по пространству довольно равномерно. Если это въ самомъ дѣлѣ такъ, то многія изъ болѣе слабыхъ телескопическихъ звѣздъ, пожалуй, огромное большинство самыхъ слабыхъ, которыя получаютъ на фотографіяхъ неба, должны быть дальше, чѣмъ на тысячекратномъ разстояніи Альфы Центавра. Свѣтъ, который намъ доносить вѣсть объ нихъ, долженъ былъ идти къ нашей системѣ съ тѣхъ поръ, какъ началась человѣческая исторія.

## Движенія звѣздъ.

Еслибы меня спросили, какой величайшій фактъ когда-либо выясненъ разумомъ человѣка, я бы отвѣтилъ слѣдующее:

Во всю человѣческую исторію, даже, сколько мы можемъ думать, съ самаго начала счета времени наша солнечная система: солнце, планеты и спутники летятъ черезъ пространство къ созвѣздію Лиры со скоростью, безпримѣрной на землѣ. Чтобы составить представленіе объ этомъ фактѣ, читателю нужно только взглянуть на прекрасную Лирю и подумать, что въ каждую секунду, которую отсчитываютъ намъ часы, мы приближаемся къ этому созвѣздію на семнадцать километровъ. Съ каждымъ прожитымъ днемъ мы ближе къ нему почти, а, можетъ быть, и совсѣмъ на полтора милліона километровъ. Съ каждой фразой, которую мы произносимъ, съ каждымъ шагомъ, который мы дѣлаемъ по улицѣ, мы приближаемся къ этимъ свѣтиламъ на цѣлые километры. Мы приблизились къ ней на десятки тысячъ километровъ, пока авторъ набрасывалъ эти строки, а читателя приблизило къ ней на тысячи километровъ, пока онъ пробѣгалъ ихъ. Такъ это шло всю человѣческую исторію и, какъ мы имѣемъ основаніе думать, такъ оно будетъ продолжаться до самаго далекаго нашего потомства. Одинъ изъ величайшихъ вопросовъ въ астрономіи состоитъ въ томъ, когда и какъ началось это странствіе и когда и какъ оно кончится? Передъ этимъ вопросомъ наша наука молчитъ. Астрономъ можетъ рассказать о началѣ и концѣ этого странствія столько же, сколько и неумѣющій читать ребенокъ. Онъ можетъ только запечатлѣть въ умахъ своихъ учениковъ понятіе о громадности этой задачи.

Нельзя составить лучшаго представленія объ огромномъ разстояніи звѣздъ, какъ подумавъ о томъ, что, несмотря на быстроту движенія, непрерывно уносящаго насъ черезъ всѣ вѣка, которые прожилъ человѣческій родъ на землѣ, обыкновенное наблюденіе не могло бы обнаружить никакого измѣненія въ наружномъ видѣ того созвѣздія, къ которому мы несемъ. На основаніи того, что намъ извѣстно о разстояніи Веги, мы можемъ предполагать, что наша солнечная система достигнетъ той области, въ которой находится теперь эта звѣзда, не раньше конца періода въ полмилліона или въ милліонъ лѣтъ отъ настоящаго времени.

Отсюда не слѣдуетъ, однако, что наше потомство, если оно будетъ жить въ то время на землѣ, найдетъ Вегу, когда оно прибудетъ въ ея теперешнее мѣсто. Вега также несется своимъ собственнымъ путемъ и уходитъ отъ нынѣшняго своего мѣста почти съ тою же быстротою, съ какою мы несемъ къ нему.

Что вѣрно для нашего солнца и Веги, вѣрно, сколько мы знаемъ, и для каждой звѣзды на небѣ. Каждое изъ этихъ тѣлъ летитъ черезъ пространство, какъ ядро, выброшенное орудіемъ, со скоростью въ большинствѣ случаевъ почти невообразимой. Звѣзда, скорость которой не превосходитъ скорости ядра, будетъ очень медленной. Въ огромномъ большинствѣ случаевъ скорость бываетъ отъ восьми до пятидесяти километровъ въ секунду, нерѣдко болѣе семидесяти километровъ. Существуетъ даже двѣ звѣзды (одна изъ нихъ Арктуръ), скорость которыхъ, нужно думать, достигаетъ трехсотъ километровъ къ секунду. Эти движенія звѣздъ называются ихъ *собственными движеніями*.

Мы говорили о собственныхъ движеніяхъ во столько-то километровъ. Но вслѣдствіе огромныхъ разстояній звѣздъ, какъ ни быстры на самомъ дѣлѣ ихъ движенія, намъ они кажутся незначительными. Они такъ медленны, что, протри Итолемей отъ своего 1800-лѣтняго сна и пожелай онъ сравнить небо съ тѣмъ, какимъ оно было въ его время, онъ не смогъ бы открыть ни малѣйшей разницы въ очертаніяхъ ни одного созвѣздія. Даже самымъ древнимъ ассирійскимъ жрецамъ созвѣздіе Лиры и звѣзда Вега казались совершенно такими же, какими они кажутся теперь намъ, несмотря на

то неизмѣримое разстояніе, на какое мы приблизились къ нимъ.

Чтобы разыскать обитателя древняго міра, который могъ бы замѣтить какое-нибудь измѣненіе, мы должны были бы вернуться, пожалуй, за четыре тысячи лѣтъ назадъ ко временамъ Іова и взять одну изъ самыхъ быстрыхъ звѣздъ неба, Арктуръ. Еслибы Іовъ воскресъ и ему показали созвѣздіе Волопаса, въ которомъ Арктуръ самая яркая звѣзда, онъ бы замѣтилъ, что послѣдній сдвинулся приблизительно на половину разстоянія между звѣздами, отмѣченными 1 и 2 на приложенномъ рисункѣ.



Рис. 64. Арктуръ и сосѣднія звѣзды въ созвѣздіи Волопаса.

Размышляя объ этихъ движеніяхъ, было бы въ высшей степени естественно подумать, что звѣзды описываютъ огромныя орбиты около какого-то центра подобно тому, какъ движутся вокругъ солнца планеты, и что видимыя намъ движенія суть просто движенія по этимъ орбитамъ. Но факты не подтверждаютъ этого мнѣнія. Самые точныя наблюденія пока не обнаружили ни малѣйшей кривизны въ пути какой-нибудь звѣзды. Повидимому каждая изъ нихъ несется за свой собственный страхъ, не уклоняясь ни вправо, ни влево. Не представляется возможнымъ допустить и существованіе тѣла, достаточно большого и обладающаго достаточно большой

массой, чтобы управлять такими стремительными движеніями. Тѣло, обладающее массой достаточной, чтобы управлять Арктуромъ въ его полетѣ, должно было бы перевернуть все въ той вселенной, въ которой мы живемъ. Задача о томъ, откуда несутся стремительно мчащіяся звѣзды и куда онѣ направляются, является для насъ такимъ образомъ неразрѣшимой. Дѣло затрудняется еще больше тѣмъ, что различныя звѣзды движутся въ различныхъ направленіяхъ безъ всякаго видимаго порядка, такъ что одно движеніе повидимому совершенно не связано съ другими, за исключеніемъ очень рѣдкихъ случаевъ.



## VI

### Перемѣнныя и сложныя звѣзды.

Какъ общее правило, звѣздное небо можно считать символомъ вѣчной неизмѣнности. Творцы пословиць всѣхъ временъ говорили намъ, какъ все на землѣ подвержено измѣненію, тогда какъ звѣзды остаются вѣкъ за вѣкомъ тѣмъ, чѣмъ мы ихъ видимъ сегодня. Но теперь извѣстно, что, хотя это правильно для огромнаго большинства звѣздъ, есть однако и исключенія. Они такъ мало бросаются въ глаза, что древніе астрономы ихъ вовсе не замѣчали.

Первымъ въ исторіи, кто наблюдалъ измѣненіе въ звѣздѣ, былъ Даниель Фабриціусъ (Fabricius), ревностный наблюдатель неба, жившій три вѣка тому назадъ. Въ августѣ 1596 г. онъ замѣтилъ въ созвѣздіи Кита неизвѣстную раньше звѣзду третьей величины, быстро снова ослабѣвшую и исчезнувшую въ октябрѣ. Впослѣдствіи оказалось, что она появляется черезъ правильные промежутки приблизительно въ одиннадцать мѣсяцевъ.

Прошло два вѣка прежде, чѣмъ сталъ извѣстенъ другой случай этого рода. Въ это время нашли, что звѣзда Альголь, въ Персеѣ, ослабѣвала со второй до четвертой величины на нѣсколько часовъ черезъ промежутки немного меньше трехъ дней.

Въ началѣ девятнадцатаго столѣтія было найдено, что и другія звѣзды подвергаются болѣе или менѣе правильнымъ измѣненіямъ блеска. По мѣрѣ того, какъ наблюдатели все тщательнѣе изучали небо, такихъ звѣздъ оказывалось все больше и больше и въ настоящее время ихъ списокъ содержитъ четыреста или пятьсотъ и постоянно увели-

чивается. Нѣкоторыя изъ нихъ измѣняются неправильно, но значительное большинство ихъ проходитъ правильный циклъ.

Изъ этихъ объектовъ легче всего замѣтить Бету Лиры, отмѣченную буквой В на данномъ уже рисункѣ этого созвѣздія. Ее можно видѣть въ любой часъ всякаго яснаго вечера весною, лѣтомъ или осенью. Если читатель во время своей вечерней прогулки будетъ сравнивать ночь за ночью эту звѣзду съ ближайшей къ ней, которая приблизительно такой же яркости, то онъ замѣтитъ, что въ иные вечера обѣ эти звѣзды совершенно одинаковы, а въ иные Бета на цѣлую величину слабѣе другой. Тщательное и продолжительное наблюдение показываетъ, что это измѣненіе происходитъ въ періодъ около шести съ половиною дней. Иными словами, если эти звѣзды одинаковы въ какой-нибудь вечеръ, то онѣ снова будутъ казаться одинаковыми черезъ шесть или семь дней и т. д. Въ серединѣ промежутка между двумя моментами равенства переменная звѣзда будетъ слабѣе всего. Если наблюдатель отмѣчаетъ величины въ это время съ наибольшей возможной точностью, то онъ увидитъ любопытный фактъ. Черезъ одинъ минимумъ, какъ называется фаза наименьшаго блеска, звѣзда чуть слабѣе, чѣмъ при предыдущемъ или послѣдующемъ. Такимъ образомъ полный періодъ составляетъ около тринадцати дней и въ это время наблюдается два максимума одинаковой яркости и два слегка различныхъ минимума.

Теперь извѣстно, что измѣненіе свѣта въ этомъ случаѣ на самомъ дѣлѣ принадлежитъ не самой звѣздѣ, а происходитъ отъ того, что эта звѣзда двойная, состоящая изъ двухъ звѣздъ, обращающихся одна возлѣ другой и настолько близкихъ, что онѣ почти касаются. При своемъ обращеніи каждая изъ нихъ послѣдовательно цѣликомъ или отчасти закрываетъ другую. Это выяснено не съ помощью телескопа, такъ какъ и самый сильный телескопъ, какой можно сдѣлать, не показалъ бы этихъ двухъ звѣздъ отдѣльно. Это есть результатъ долгаго и внимательнаго изученія спектра этой звѣзды, которая оказывается двойной; линіи одной изъ нихъ поочередно покрываютъ линіи другой и отходятъ отъ нихъ.

По размѣрамъ измѣненія блеска самой поразительной изъ болѣе замѣтныхъ переменныхъ звѣздъ является Омикронъ Кита, какъ уже упомянуто, открытая Фабрициусомъ. Какъ оказывается, это измѣненіе происходитъ въ правильный періодъ трехсотъ тридцати дней. Въ теченіе приблизительно двухъ недѣль изъ этого времени она бываетъ въ наибольшемъ блескѣ, иногда достигая второй величины, а иногда значительно слабѣе—случается, только пятой. Послѣ каждаго максимума она въ продолженіе нѣсколькихъ недѣль постепенно слабѣетъ и исчезаетъ для невооруженнаго глаза. Но въ телескопъ ее можно видѣть круглый годъ.

Такъ какъ ея періодъ равенъ одиннадцати мѣсяцамъ, то максимумъ каждый годъ наступаетъ однимъ мѣсяцемъ раньше. Въ иные годы онъ будетъ въ то время, когда звѣзда настолько близка къ солнцу, что наблюдать ее трудно. Такъ это будетъ въ теченіе 1903—5 гг.

Альголь, называемый также Бетой Персея, благодаря его сѣверному склоненію, въ нашихъ широтахъ можно видѣть въ тотъ или другой часъ почти каждую ночь въ году. Осенью и зимою его видно раннимъ вечеромъ. Особенность его измѣненій въ томъ, что онъ почти все время сохраняетъ одинаковую яркость и ослабѣваетъ только на нѣсколько часовъ черезъ промежутки приблизительно въ двое сутокъ двадцать одинъ часъ. Теперь извѣстно, что это происходитъ отъ частнаго затменія звѣзды обращающимся вокругъ нея темнымъ тѣломъ почти такой же величины, какъ она сама. Правда, это тѣло человѣческой глазъ никогда не видѣлъ и никогда не увидитъ. Его существованіе извѣстно по тому, что оно заставляетъ звѣзду двигаться по небольшой орбитѣ. И хотя это движеніе яркой звѣзды слишкомъ незначительно, чтобы его можно было увидѣть въ телескопъ, но оно удостовѣрено несомнѣнно съ помощью спектроскопа, который обнаруживаетъ измѣненія длинъ волнъ свѣта, идущаго къ намъ отъ звѣзды.

Различныя переменныя звѣзды отличаются по величинѣ измѣненій весьма значительно. Въ большинствѣ случаевъ измѣненія такъ невелики, что ихъ замѣтитъ только опытный наблюдатель. Нерѣдко только послѣ продолжительной работы различныхъ наблюдателей можно опредѣ-

лить, есть ли «предполагаемая переменная» на самомъ дѣлѣ переменная.

Эти объекты представляютъ чрезвычайно интересный предметъ наблюденія для тѣхъ, кто имѣетъ въ распоряженіи только небольшіе инструменты или даже не имѣетъ никакихъ. Телескопа вовсе не нужно, если только звѣзда не становится въ нѣкоторыхъ своихъ фазахъ невидимою простому глазу. Замѣчать и записывать нужно точную величину звѣзды, минутою за минутою или часъ за часомъ, когда она проходитъ черезъ самое быстрое измѣненіе, для того чтобы узнать моментъ, когда она достигаетъ наибольшаго или наименьшаго блеска.

Интересъ астронома къ этимъ объектамъ увеличивается еще и тѣмъ, что въ настоящее время собрано много указаній на то, что многія, пожалуй, большинство звѣздъ не отдѣльныя тѣла, а болѣе или менѣе сложныя системы тѣлъ, чрезвычайно разнообразныхъ по своему составу. Двойныя звѣзды стали обычнымъ предметомъ для каждаго наблюдателя неба со времянь великаго Гершеля. Но только въ нашемъ поколѣннн спектроскопъ пачаль открывать намъ пары обращающихся одна вокругъ другой звѣздъ, составляющія которыхъ такъ близки, что самый сильный телескопъ никогда не раздѣлитъ ихъ. Исторія науки не показываетъ большаго чуда, чѣмъ тѣ открытія невидимыхъ планетъ, обращающихся вокругъ многихъ звѣздъ, которыя дѣлаются теперь и въ которыхъ первенствующее мѣсто въ недавнее время заняла Ликская обсерваторія <sup>1)</sup>.

Въ настоящее время представляется болѣе или менѣе вѣроятнымъ, что измѣненія свѣта у всѣхъ звѣздъ правильнаго и постояннаго періода обусловлено обращеніемъ большихъ планетъ или другихъ звѣздъ вокругъ нихъ. Иногда измѣненіе незначительно и, какъ мы описывали, производится однимъ тѣломъ, отчасти затмевающимъ другое при прохожденнн передъ нимъ. Въ этомъ случаѣ на самомъ дѣлѣ измѣненія свѣта можетъ и не быть: закрытая звѣзда сіяетъ съ прежней яркостью позади затмевающей звѣзды, какъ и до затменія. Но,

---

<sup>1)</sup> Много спектроскопически-двойныхъ звѣздъ открылъ А. А. Бьлпольскій въ Пулковѣ.

повидимому, если болѣе темное тѣло обращается по очень эксцентрической орбитѣ, такъ что оно иногда бываетъ гораздо ближе къ яркому тѣлу, чѣмъ въ другое время, то его притяженіе производитъ такое измѣненіе въ этомъ другомъ, что его свѣтъ значительно усиливается. Какъ именно получается этотъ эффектъ, сказать пока невозможно.

## УКАЗАТЕЛЬ

- Адамс** 194  
**Аллегенская обсерваторія** 183  
**Альфа Лиры, ея цвѣтъ** 253  
**Анаграмма Галилея** 140  
**Андромеда** 254  
**Андромедиды** 235  
**Араго** 165, 194  
**Арктуръ, его цвѣтъ** 253, 264  
**Аррениусъ** 240  
**Астероиды** 76; охота за ними 161; эксцентричность ихъ орбитъ 162; они не могутъ быть обломками одной планеты 163; ихъ распредѣленіе 163-165; интереснѣйшій изъ — 165-167; открытіе Эроса Виттомъ 165  
**Астрономія, ея главное приложение** 68  
**Атмосфера** 98  
**Барнардъ** 153, 174, 175, 182, 189  
**Бета Лиры** 260, 276  
**Бета Малой Медвѣдицы** 257  
**Біела** 220, 235  
**Бланкини** 142  
**Бодэ (законъ)** 129, 160, 188  
**Бойс** 96  
**Большая Медвѣдица** 13, 15, 35  
**Бондъ** 61, 180, 184, 223, 226  
**Браунъ** 96  
**Бредихинъ** 230  
**Бруксъ** 221  
**Буваръ** 193  
**Бѣлопольскій** 143, 183, 178  
**Валлисъ, его анаграмма** 179  
**Ватсонъ** 138, 161  
**Вашингтонская Морская обсерваторія** 54, 157  
**Вега** 35  
**Венера** 4, 76; наибольшія элонгаціи 129; большая яркость 140; утренняя и вечерняя звѣзда 140; вращеніе 141; новая теорія 143; атмосфера 144; иллюзіи при наблюденіяхъ Венеры 145; отсутствие спутниковъ 145; прохожденія и ихъ эпохи 146; ихъ наблюденія 147  
**Виттъ, его открытіе Эроса** 165  
**Ворнеръ и Свези** 56.  
**Воскресенье въ Аляскѣ** 20  
**Восхожденіе прямое свѣтилъ** 68  
**Времена года** 32  
**Время истинное и среднее** 17  
— мѣстное или астрономическое 18  
— главное 18  
— и долгота, ихъ соотношеніе 16  
**Вселенная, обзоръ** 3; что такое—6  
**Галилей** 82, 140, 174, 178  
**Галлей** 136, его комета 217, 222, 228  
**Гарвардская обсерваторія** 52, 61, 184  
**Гассенди** 136  
**Геггинсъ** 120  
**Генке, его открытіе малой планеты** 161  
**Геркулесъ** 254  
**Геродотъ** 118  
**Гершель В.** 46, 134, 142, 184, 188, 243, 278  
**Гершель Дж.** 45  
**Гершель К.** 221  
**Гесперь или Венера** 140  
**Гессей** 153  
**Гинанъ** 52  
**Годъ, опредѣленіе** 34  
— и предвареніе равноденствій 34  
**Голь** 157  
**Гольдшмитъ** 161  
**Григоріанскій календаръ** 37  
**Григорій XIII, папа** 36  
**Гриничская обсерваторія** 62  
**Гроббъ** 58  
**Гульдъ** 188

- Гумбольдтъ 233  
 Гэль 83  
 Гюйгенсъ 95, 179, 183; и планета Марсъ 149  
 Движенія небесныя, истинныя и видимыя 33  
 Де Вико 142  
 Деймосъ, внѣшній спутникъ Марса 157  
 Диски стеклянные, ихъ полученіе 51  
 Долгота, какъ она опредѣляется 19, 23  
 Доллондъ 43  
 Донати, открытіе пмъ кометы 223  
 Доузь 53  
 Драконъ (Draco) 258  
 Дрэперъ 61  
 Жансанъ 120  
 Законъ Боде 129, 160, 188  
 Законы Кеплера 130, 217  
 Затменія луны, ихъ періоды 112; ихъ видъ 114; ихъ отличіе отъ солнечныхъ затменій 115  
 — солнца 116; древнія 119; въ Ниневіи (763 г. до Р. Х.) 119; въ китайскихъ хроникахъ 119; предсказаніе 120; Фалеса 120; замѣчательныя 121; въ Индіи 121  
 Звѣздное время, его важность 256; примѣръ 256  
 Звѣздные часы 69  
 Звѣздный годъ 35  
 Звѣздныя сутки 32  
 Звѣзды 4; суточное движеніе 10; фотографированіе 61; положеніе 21, 23; прямое восхожденіе 68; склоненіе 68; что такое—243; различія въ частностяхъ 244; ихъ температуры выше солнечной 244  
 — и туманности 244; опредѣленіе туманностей 244  
 —, ихъ спектры и приложения спектроскопа 245; различія спектровъ 246; составные элементы 246; интересный случай 247  
 —, плотность и температура 247; массы раскаленныхъ паровъ 247; нижній предѣлъ величины звѣздъ 248; исторія жизни 248  
 —, огромныя различія въ яркости 251; шесть классовъ яркости 251; ошибочность прежнихъ предположеній о яркости 252  
 —, ихъ число 252; число видимыхъ при хорошемъ зрѣніи 252; свѣтлыя—252; оцѣнка числа телескопическихъ—253  
 —, различія въ цвѣтѣ 253  
 —, разстоянія 268; параллаксъ 269; методъ измѣренія разстояній 269; ближайшая звѣзда (Альфа Центавра) 269  
 —, движенія 271; быстрое движеніе солнечной системы къ Лирѣ 271; величіе задачи 271; громадность разстояній звѣздъ 272  
 — перемѣнныя и сложныя 275; первыя наблюденія измѣненій 275; измѣненіе блеска 275; различія въ измѣненіяхъ 276  
 Земля, аналогія съ небесной сферой 21; вращеніе 24; годичное обращеніе 26; что такое—91; размѣры и форма 91-92; внутренность 92; давленіе внутри 92; измѣненіе температуры внутри—93; плотность 94-97; атмосфера 98; какъ опредѣлили вѣсъ—207  
 Зеркала телескопическія, наибольшія 58, 60  
 Зодіакальный свѣтъ, что онъ такое 236; время его видимости 236; одна изъ тайнъ астрономіи 237; его причина 237  
 Зодіакъ 27  
 Измѣренія разстоянія солнца движеніемъ свѣта 200  
 — притяженіемъ солнца 200  
 —, ихъ результаты 201  
 Изображеніе далекаго предмета 44  
 Инструменты астрономическіе 68  
 Интрамеркуріальныя планеты 137  
 Искатель 50

- Йеркская обсерваторія 42, 55
- Кассини Д. 141, 180, 184
- Кассини-сынъ 142
- Кассіопея 258
- Касторъ и Поллуксъ 263
- Кельвинъ, лордъ (В. Томсонъ) 94
- Кеплеръ, его законы 130, 217
- Килеръ 183
- Кинозура 35
- Кирквудъ объ астероидахъ 165
- Китайскія созвѣздія 253
- Кларкъ А. 42, 52
- Кларкъ Дж. 54
- Клэро, математикъ 218
- Колюры 31
- Комета Біелы 220, 235
- Галлея 217, 228
- Энке 220
- 1456 г. и папа Калликстъ III 218
- самая замѣчательная и блестящая (Донатти) 223
- Кометы 77; эксцентричность ихъ орбитъ и рѣдкость появленій 213; ихъ три особенности 213; различная яркость — 214; онѣ многочисленнѣе, чѣмъ предполагали, 214; орбиты 214; исчезнувшія—219; разложение и уничтоженіе — 220; захватъ — Юпитеромъ 221; откуда приходятъ—222; правильныя орбиты 222; самыя яркія —нашего времени 223;—1843, 1880, 1882 гг., тревога, произведенная первой изъ нихъ, была ли это одна и та же комета? вѣроятное объясненіе 225-228;—1859, 1860, 1881 годовъ 228; ихъ сущность достоверно еще неизвѣстна 228; быть можетъ, скопленія метеорнаго вещества 229; отсутствіе хвоста при первомъ открытіи 230
- Кометы и метеоры, ихъ связь 234; вычисленіе Леверье 234; возвращеніе Андромедидовъ 235
- Коммонъ 58
- Корона солнечная 85, 119
- Кругъ постоянной видимости 12
- — — — — невидимости 13
- Кюстнеръ 98
- Кэмпбелль 138, 153, 156
- Лагранжъ 204
- Лапласъ 194, 204
- Ласселль 58, 190, 196
- Лебедевъ 239
- Леверье 137, 194, 234
- Лекселль 219
- Лемонье 189, 194
- Леониды, происхожденіе ихъ названія 233
- Лескарбо 137
- Ликская обсерваторія 54, 153
- Ликъ Дж. 48
- Линзы, различные сорта ихъ стеколь 43
- Линія даты 19
- Лица, созвѣздіе 35
- Ловелль 135, 143, 152
- Локіеръ 121
- Луна (утка о лунѣ) 45; приближеніе луны въ телескопъ 47; обращеніе и фазы 101-103; поверхность 103-106; челоуѣкъ на лунѣ 103; предполагаемые моря и материкки 105; есть ли на лунѣ воздухъ и вода 106; обитаемость—107; неизмѣнность поверхности 107; вращеніе 107; какъ —производитъ приливы 108-110; затменія — 111; періоды затменій 112-114; видъ луннаго затменія 114
- Максвелль 239
- Малая Медвѣдица 15, 257
- Мантуа, фабрикантъ оптическихъ стеколь 54
- Марсова система 76
- Марсъ, планета 127; періодъ обращенія 148; эксцентриситетъ орбиты 149; узнаваніе его по блеску 149; видъ для невооруженнаго глаза 149; поверхность и вращеніе 149; опредѣленность времени его вращенія 150; предполагаемые снѣгъ и ледъ 150; каналы 150; Lacus Solis 152; вѣроятная природа каналовъ 154; по-

- верхность и атмосфера 155; спектроскопическое исследование Кэмпбелля 156; есть ли на немъ снѣгъ 156; происхождение кажущагося снѣга 157; возможные обитатели—157; спутники 157; открытие Голя 157
- Маскелайнъ 97
- Международный Геодезическій Союзъ 97
- Мельбурнскій рефлекторъ 58
- Меридианный кругъ и часы 68
- Меридианъ 16
- Меркурій 76, 77, 127, 129, 132; соединеніе съ солнцемъ 132; поверхность и вращеніе 134; рисунки его поверхности 135; прохожденія черезъ дискъ солнца 136; прохожденія въ ближайшія 50 лѣтъ 137
- Метеорныя частицы 77
- Метеоры 231; времена наибольшаго числа 231; ужасъ, возбуждавшійся ими, 231; причина 231; условія ихъ яркости 232; паденія метеорныхъ камней 232; составъ 232; рои, время появленія 233; описаніе арабскаго писателя 233; историческія записи 233; происхождение роевъ 234
- Млечный Путь 237; его строеніе и составъ 250; полюсы 251, положеніе 258, 259, 260, 261, 264; развитіе 265
- Мэдлеръ 263
- Наклонъ орбиты 129
- Неба видъ 250
- Небесная сфера 9; объясненіе 11-13, 16
- Небесныя движенія 21
- разстоянія, ихъ опредѣленіе 198-200
- тѣла, ихъ разстоянія отъ земли 8; восходъ и заходъ 19
- Небулярная гипотеза 89
- Нептунъ 76; крайняя планета нашей солнечной системы 193; значеніе его открытія 193; исторія его открытія 193-196; открытіе Ласселлемъ спутника 196; интересная особенность спутника 197
- Ньюкомъ 144
- Ньютоновъ 58, 95, 203, 215
- Обсерваторія Ловелля 152
- Общій обзоръ звѣздной вселенной 243
- Объективъ 42
- Озеро солнца, Lacus Solis, на Марсѣ 152
- Ольберсъ 160, 162, 233
- Оппольцеръ 234
- Особенныя точки (четыре) видимаго движенія солнца 31
- Отблескъ (Gegenschein) 237
- Падающія звѣзды 231
- Пализа 161
- Парижская выставка, большой телескопъ 55
- Персей 254
- Петерсъ 161
- Пикерингъ В. 158, 175
- Пикерингъ Э. 138
- Пишци, открытіе Цереры 160
- Планеты, что онѣ такое 4, 75; большія и малыя—75; расположеніе 77; раздѣленіе и положенія 127, 128; нижнія—127; внутреннія—127; противостоянія 128; орбиты четырехъ внутреннихъ—128; нижнее соединеніе 128; разстоянія 129; интрамеркуриальныя—138; группа малыя—160; охотники за ними 161; вопросъ о движеніи есть вопросъ математическій 204; какъ взвѣшиваются—205-210
- Поле зрѣнія 48
- Полярная звѣзда (Polaris) 257; какъ ее найти 13
- Понтекуланъ 218
- Полушарія земли, разница между ними 14
- Приливы, ихъ причина 108; высокіе—110; низкіе—110
- Птолемей 36, 199, 253, 272
- Радіація или излученіе 64-66

Раздѣленные круги 50, 70  
 Репсольдъ 56  
 Рефлекторъ 57; Кассегрэнговскій 58;  
 Ньютоновъ 58  
 Рефракторъ 41; линзы 42  
 Ричи 60  
 Розенбергеръ 218  
 Россъ, лордъ 57, 60  
 Русскій новый годъ 37  
 Рэзерфордъ 61  
 Рассель 144  
 Сарось, періодъ 120  
 Сатурнъ и его система 76; ближайшій  
 по размѣрамъ къ Юпитеру 178; ви-  
 димость 178; великолѣпныя кольца  
 178; спутники 179; измѣненія вида  
 колецъ 180; открытіе Кассини 180;  
 время исчезновенія колецъ 181; что  
 такое кольца 183; открытіе спут-  
 никовъ 184; списокъ спутниковъ 184;  
 орбиты Титана и Гиперіона 185; фи-  
 зическое устройство 186  
 Свифтъ 138  
 Свѣтотразсѣяніе 43  
 Свѣтъ, точки—3; длина волны 64; пзмѣ-  
 реніе движеніемъ—200; отталкиваніе  
 238; указанія фактовъ и теорій 238;  
 свѣтовое давленіе 238; вычисленіе  
 этого давленія 238; объясненіе ко-  
 метныхъ хвостовъ въ теоріи Макс-  
 велля 239  
 Сиріусъ 264  
 Скіапарелли 135, 143, 150, 152, 234  
 Склоненіе, его опредѣленіе 23  
 Созвѣздія по временамъ года и сутокъ  
 31; группировка звѣздъ въ—253;  
 древность раздѣленія на—253; Пто-  
 лемеевы имена 254; новыя—254; опи-  
 саніе—255  
 — сѣверныя 256; Большая Медвѣд-  
 ница 257; «указатели» 257; Малая Мед-  
 вѣдница, Полярная звѣзда, Бета Малой  
 Медвѣдницы, Кассіопея 257  
 — осеннія 258; равноденственный  
 колоръ 258; большая туманность  
 Андромеды 258; самая яркая звѣзда

Персея, Альфа 259; большое звѣзд-  
 ное скопленіе Персея 259; перемеж-  
 ная звѣзда Альгола 259; Возничій  
 (Auriga) 259; Капелла (Козочка) 259;  
 Альдебаранъ и Плеяды 259; Лебедь  
 (Cygnus) 259; Альфа Лебеда 259; Ли-  
 ра (Lyra) 259; Эпсилонъ Лиры 259;  
 Бета Лиры 260; Гамма 260; Орель  
 (Aquila) 260; Стрѣлецъ (Sagittarius)  
 260; Козерогъ (Capricornus) 260; Во-  
 долей (Aquarius) 260; Китъ (Cetus)  
 261; Южная Рыба (Piscis Austrinus)  
 261  
 — зимнія 261; Телецъ (Taurus), самая  
 яркая звѣзда Альдебаранъ 261; Гіады  
 261; Плеяды (незвѣрность названія  
 «Семизвѣздіе») 262; Альціона, мни-  
 мый центръ вселенной 263; Близнецы  
 (Gemini) 263; Ракъ (Cancer) 263; Левъ  
 (Leo) 263; Орионъ (самое красное  
 созвѣздіе) 263; большая туманность  
 Ориона 263; Малый Песъ (Canis Mi-  
 nor) 264; Большой Песъ (Canis Major)  
 съ Сиріусомъ 264  
 — весеннія 264; Сѣверный Вѣнецъ  
 (Corona Borealis) 264; Волоса Верони-  
 ки (Coma Berenices) 264; Дѣва (Virgo)  
 264; Вѣсы (Libra) 264  
 — лѣтнія 265; Орель 265; Дельфинъ  
 (Delphinus) или «Гробъ Іова» 265;  
 Геркулесъ (Hercules) 265; большое  
 звѣздное скопленіе Геркулеса 266;  
 Скорпионъ (Scorpius) 266; Стрѣлецъ  
 267  
 Солнечная система 6, 7, 75, 160  
 Солнце 4, 27; видимое движеніе 30;  
 фотографированіе 62; пятна 62, 81  
 -83; значеніе—79; поверхность (фо-  
 тосфера) 79; вращеніе 80; плотность  
 и вѣсъ 80; факелы 83; выступы 84;  
 хромосфера 85; корона 85, 119, 122  
 -124; строеніе 85; источникъ теп-  
 лоты—87; затменія 116; отличіе отъ  
 лунныхъ 117; красота полного зат-  
 менія 118, 122; древнія затменія 119;  
 придатки—121

- Солнцестояніе лѣтнее 30; — зимнее 31  
 Спектральный анализъ 65  
 Спектра получение 64  
 Спектроскопъ 63; его приложенія 66;  
 первое употребленіе 121  
 Спектры звѣздъ и фотографія 67  
 Спутники 76  
 Струве 159  
 Сутки, ихъ измѣненіе 19  
 Суточное движеніе 10, 14  
 Съверный Вѣнецъ 264  
 — небесный полюсъ 12  
 Телескопъ, его сила и недостатки 46;  
 установка 48; оси 49; фотографиче-  
 ской—61; сооруженіе—51; большіе  
 —Кларка 52  
 Тропическій годъ 35  
 Туманности, опредѣленіе 244; размѣ-  
 ры 244  
 Тяготѣніе, затрудненія относительно  
 движеній спутниковъ Марса 158  
 — и взвѣшиваніе планетъ 203  
 — и движеніе планетъ подъ его влі-  
 яніемъ 204  
 •Указатели• 257  
 Уранъ 60; телескопическая планета  
 188; его открытіе В. Гершелемъ;  
 Георгово свѣтило 188; предшеству-  
 ющія наблюденія Флэмстида и Ле-  
 моннье 189; особенности его строе-  
 нія 189; четыре спутника 190; ихъ  
 исторія 190; ихъ замѣчательныя осо-  
 бенности 191  
 Установка телескопа 48  
 Фабриціусъ Д. (первый замѣтилъ пе-  
 ремѣнность одной звѣзды) 275  
 Факелы 83  
 Фалесъ 118  
 Фейль 54  
 Фергюсонъ 161  
 Финлэй 128  
 Флнтгласъ 52  
 Флэмстидъ 189, 194  
 Фобосъ, внутренній спутникъ Марса  
 157; его замѣчательная особенность  
 158  
 Фосфоръ или Венера 140  
 Фотографическій телескопъ 61  
 Фотографія, ея помощь въ открытіяхъ  
 161  
 Фотосфера 79  
 Фраунгоферъ 52  
 Хронографъ, записываніе на немъ 72  
 Цефей 254  
 Чаллисъ 195  
 Часовые круги 23, 31  
 Часы астрономическіе 72  
 Черулли 154  
 Чэндлеръ 98  
 Чэнсъ 54  
 Швабе 82  
 Широта, ея измѣненія 97  
 Шпрэтеръ 134, 142  
 Экваторъ небесный 35; измѣненіе неба  
 при путешествіи въ экватору 14  
 Эклиптика 27; наклонъ—28  
 Элькинъ 228, 236  
 Энке 180, 195, 220  
 Эри 195  
 Эросъ, интереснѣйшій изъ астерои-  
 довъ 165-167  
 Южный Крестъ 14  
 — небесный полюсъ 12  
 Юліанскій календарь 37  
 Юпитерова система 76  
 Юпитеръ, планета-великанъ• 168;— въ  
 противостояніи 168; отличіе отъ Мар-  
 са 168; эллиптичность диска 169;  
 разнообразіе поверхности 169; отли-  
 чіе по виду отъ Марса и Венеры 169;  
 большое красное пятно 171; нерѣ-  
 шенность вопроса о его строеніи  
 171; незначительность плотности 171;  
 сходство съ солнцемъ 172; самосвѣ-  
 тимость 173; маленькое солнце 174  
 — спутники 174; рассказъ Араго  
 174; до 1892 г. извѣстны только че-  
 тыре спутника 175; замѣчательная  
 особенность пятого спутника 175;  
 затменія прохожденія черезъ дискъ  
 планеты 176

КОНЕЦЪ.



# MATHESIS

Книгоиздательство научных и популярно-научных сочинений  
из области физико-математических наук.

*S. A. Arrhenius.*

*Профессоръ Физики въ Стокгольмской Высшей Школѣ.*

## ФИЗИКА НЕБА

Переводъ съ нѣмецкаго, разрѣш. Авторомъ и дополнен. по его указаніямъ  
подъ редакціей *Приватъ-доцента А. Р. Орбинскаго.*

Съ 66 черными и 2 цвѣтными рисунками въ текстѣ и 1 черной и 1 цвѣт-  
ной отдѣльными таблицами. VIII+250 стр. Цѣна 2 руб.

Допущена въ ученическія, старшаго возраста, библіотеки среднихъ учеб-  
ныхъ заведеній, а равно и въ бесплатныя народныя библіотеки и чи-  
тальни (Предл. М. Н. П. отъ 10 декабря 1904 г. № 28456).

### СОДЕРЖАНІЕ:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| I. Неподвижныя звѣзды. | IV. Планеты, ихъ спутники<br>и кометы. |
| II. Солнечная система  | V. Космогонія.                         |
| III. Солнце.           |  |

*H. Abraham.*

*Преподаватель Высшей Нормальной Школы въ Парижѣ.*

## Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ,

составленный по порученію французскаго физическаго Общества  
при участіи многихъ профессоровъ и преподавателей физики.

### Часть I.

Переводъ съ французскаго подъ редакціей *Приватъ-доцента Б. П. Вейнберга.*

Со многими (свыше 300) рисунками.

Допущена въ ученическія библіотеки среднихъ учебныхъ заведеній,  
учительскихъ семинарій и городскихъ, по Положенію 31 мая 1872 года,  
училищъ, а равно и въ бесплатныя народныя читальни и библіотеки.  
(Предложен. М. Н. П. отъ 13 января 1905 г. за № 608.)

### ОГЛАВЛЕНІЕ:

- |  |   |
|--|---|
| Глава I. Работы въ мастерской.<br>Дополненіе къ главамъ I. Различныя<br>рецепты. | Глава III. Гидростатика. Гидродина-<br>мика. Капиллярность. |
| Глава II. Геометрія. Механика.   | Глава IV. Теплота.<br>Числовыя таблицы.                     |

XVI+272 стр. Цѣна 1 рубль 50 коп.

Объявленіе съ подробнымъ оглавленіемъ высылается по требованію.

Съ требованіями обращаться: Складъ изданій „Mathesis“,  
Типографія М. Шпенцера. Одесса, ул. Новосельскаго, 66.

# УСПѢХИ ФИЗИКИ.

Сборникъ статей о важнѣйшихъ открытіяхъ послѣднихъ  
лѣтъ въ общедоступномъ изложеніи  
подъ редакціей „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“.

## СОДЕРЖАНІЕ.

Проф. *Винеръ*: Расширеніе нашихъ чувствъ. Проф. *Пильчиковъ*: Радій  
и его лучи. Проф. *Дебіернъ*: Радій и радиоактивность. Проф. *Рихарцъ*:  
Электрическія волны. Проф. *Слаби*: Телеграфированіе безъ проводовъ.  
Проф. *Шмидтъ*: Задача объ элементарномъ веществѣ (основанія теоріи  
электроновъ).

IV+157 стр. съ 41 рисунками и 2 таблицами. Цѣна 75 коп.

Проф. *Ф. Ауэрбахъ*.

## ЦАРИЦА МІРА И ЕЯ ТѢНЬ.

(F. Auerbach. Die Weltherrin und ihr Schatten).

Общедоступное изложеніе основаній ученія объ энергіи и энтропіи.

*Переводъ съ нѣмецкаго.*

Съ предисловіемъ Ш. Э. Гильома, Вице-Директора Международнаго  
Бюро Мѣръ и Вѣсовъ въ Парижѣ.

— VIII+56 стр. Цѣна 50 коп. —

## ПЕЧАТАЮТСЯ.

Проф. *Т. Абрагамъ*.

## Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ.

*Переводъ съ французскаго*

подъ редакціей Приватъ-доцента Б. П. Вейнберга.

Ч. II. Звукъ—Свѣтъ—Электричество—Магнетизмъ.

*Т. Веберъ и Т. Вельштейхъ*.

## ЭНЦИКЛОПЕДІЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

Часть I. Энциклопедія элементарной алгебры.

*Обраб. проф. Г. Веберомъ.*

(H. Weber. Encyclopädie der elementaren Algebra).

Переводъ съ нѣмецкаго подъ редакціей Приватъ-доцента В. Ф. Кагана.

Съ требованіями обращаться: Складъ изданій „Mathesis“,  
Типографія М. Шпенцера, Одесса, ул. Новосельскаго, 66.

ЦГПБ

им. Н. А. Некрасова



2 000000 139654

Handwritten text and a stamp in the top right corner, including the word "PAGINA" and some illegible numbers.

444 1/2



A small, rectangular piece of paper or label attached to the bottom right corner of the page.

плотность солнца: плотность земли  $= 0.2554$ ,

плотность солнца: плотность воды  $= 1.4115$ .

Масса или вѣсъ солнца приблизительно въ 334 000 разъ больше массы земли.

Сила притяженія на поверхности солнца въ 27 разъ больше, чѣмъ на землѣ. Еслибы человѣкъ могъ подняться туда, то, имѣя здѣсь нормальный вѣсъ, тамъ онъ вѣсилъ бы 2000 килограммовъ (около 120 пудовъ) и былъ бы раздавленъ собственнымъ вѣсомъ.

### Пятна на солнцѣ.

При внимательномъ разсматриваніи солнца въ трубу на его поверхности можно обыкновенно, хотя не всегда, увидѣть одно или нѣсколько темныхъ пятенъ. Они, конечно, увлекаются солнцемъ въ его вращеніи и именно при помощи ихъ и можно легче всего опредѣлить продолжительность полного оборота. Если пятно появляется въ центрѣ диска, то въ теченіе шести дней оно передвинется на западный край и тамъ исчезнетъ. Приблизительно черезъ двѣ недѣли оно снова появится на восточномъ краю, если только за это время оно не пропало, что бываетъ нерѣдко.

По величинѣ пятна бываютъ очень разнообразны. Одни изъ нихъ представляютъ собою только мелкія точки, еле видныя и въ хорошій телескопъ, а съ другой стороны изрѣдка появляются и такія большія пятна, что ихъ можно видѣть черезъ законченное стекло простымъ глазомъ. Они часто появляются группами и такая группа иногда кажется простому глазу маленькой точкой, въ которой разобрать отдѣльныя пятна невозможно.

Когда воздухъ спокоенъ, то при тщательномъ изслѣдованіи пятна порядочныхъ размѣровъ можно увидѣть, что оно состоитъ изъ темной центральной части или ядра, окруженнаго болѣе свѣтлымъ ободкомъ. Если условія благоприятны, то этотъ ободокъ будетъ казаться состоящимъ изъ отдѣльныхъ волоконъ, какъ край соломенной крыши. Это показано на рис. 17, на которомъ видны и зерна фотосферы.

Пятна имѣютъ самыя разнообразныя и неправильныя формы, нерѣдко какъ бы разорванныя. Болѣе свѣтлый ободокъ, т. е. отдѣльныя ниточки, образующія его, часто за-

Наибольшая элонгація Меркурія вообще около двадцати пяти градусовъ, но иногда, вслѣдствіе большого эксцентриситета орбиты этой планеты, она бываетъ то больше, то меньше этого. Наибольшая элонгація Венеры достигаетъ почти сорока пяти градусовъ.

При восточной отъ солнца элонгаціи каждой изъ этихъ планетъ мы можемъ наблюдать ее на западѣ послѣ захода солнца, при западной—на востокѣ, на утреннемъ небѣ. Такъ какъ ни одна изъ нихъ не отходитъ отъ солнца дальше указанныхъ выше разстояній, то ясно, что видимая вечеромъ на востокѣ или утромъ на западѣ планета не можетъ быть ни Меркуріемъ, ни Венерой.

Нѣтъ пары планетныхъ орбитъ, которыя лежали бы совершенно въ одной плоскости. Другими словами, если мы помѣстимся такъ, что одна изъ орбитъ будетъ казаться намъ горизонтальной, то всѣ другія будутъ слегка наклонены къ ней въ ту или другую сторону. Астрономы нашли удобнымъ за такую горизонтальную или основную плоскость принимать плоскость земной орбиты или эклиптику. Такъ какъ солнце лежитъ въ серединѣ каждой орбиты, то у каждой изъ нихъ есть двѣ противоположныхъ точки, лежащихъ въ плоскости орбиты земли. Точнѣе: въ этихъ точкахъ орбита планеты пересѣкаетъ плоскость эклиптики. Онѣ называются *узлами*.

Уголь, на который орбита наклонена къ плоскости эклиптики, называется ея *наклономъ*. Наибольшій наклонъ—болѣе шести градусовъ—имѣетъ орбита Меркурія. Орбита Венеры наклонена на  $3^{\circ}24'$ . Наклоны всѣхъ верхнихъ планетъ меньше—отъ  $0^{\circ}40'$  для Урана до  $2^{\circ}30'$  для Сатурна.

### Разстоянія планетъ.

За исключеніемъ Нептуна разстоянія планетъ очень близко слѣдуетъ правилу, извѣстному подъ именемъ закона Бодде (Bode), который первый указалъ на него. Правило это слѣдующее: надо взять числа 0, 3, 6, 12 и т. д., удваивая каждое слѣдующее, и затѣмъ прибавить по 4 къ каждому числу. Мы получимъ такимъ образомъ очень близко въ опредѣленномъ масштабѣ разстоянія всѣхъ планетъ, за исключеніемъ Нептуна; именно:

Подобно тому, какъ глазъ обращаетъ собраніе точекъ въ лицо, такъ же, можетъ быть, онъ обращаетъ мелкія точки на планетѣ Марсѣ въ длинные непрерывные каналы.

Описанныя до сихъ поръ особенности отсутствуютъ въ обѣихъ полярныхъ областяхъ планеты. Даже когда стиваютъ снѣжныя пятна, эти области видны подѣ такимъ острымъ угломъ, что трудно замѣтить на нихъ какія бы то ни было ясныя детали. Интересенъ вопросъ, состоятъ ли въ самомъ дѣлѣ пятна, покрывающія ихъ, изъ снѣга, который выпадаетъ въ продолженіе Марсовой зимы и снова таетъ, когда солнце опять сіяетъ надъ полярными областями. Чтобъ внести свѣтъ въ этотъ вопросъ, мы должны разсмотрѣть нѣкоторые выводы послѣдняго времени объ атмосферѣ этой планеты.

### Атмосфера Марса.

Всѣ современные наблюдатели согласны въ томъ, что если Марсѣ и имѣетъ вообще какую-нибудь атмосферу, то она гораздо рѣже земной и содержитъ мало водяныхъ паровъ или даже вовсе не содержитъ ихъ. Къ такому заключенію приводятъ и телескопическія и спектроскопическія наблюденія. Самыя тщательныя визуальныя <sup>1)</sup> наблюденія планеты показываютъ, что подробности на ея поверхности рѣдко закрываются чѣмъ-нибудь, что можно было бы считать за облака Марсовой атмосферы, если только это вообще бываетъ. Правда, подробности эти часто бываютъ видны съ различной отчетливостью; но разница эта невелика и ее можно объяснить вполне измѣненіями въ спокойствіи и чистотѣ нашей собственной атмосферы, сквозь которую астрономъ необходимо производить свои наблюденія. Правда, около края видимаго диска планеты подробности кажутся менѣе рѣзкими, какъ будто мы видимъ ихъ сквозь большую толщину атмосферы; но это явленіе, по крайней мѣрѣ отчасти, происходитъ отъ наклона луча зрѣнія, что мѣшаетъ намъ видѣть такъ же хорошо край диска, какъ его центръ. Нѣчто подобное можно замѣтить, рассматривая луну невооруженнымъ

<sup>1)</sup> т. е. получаемыя при непосредственномъ разсматриваніи—безъ помощи фотографіи и пр.

пробѣлъ, простирающійся до 560", гдѣ мы находимъ группу въ десять планетъ—между 540 и 580". Отъ этой точки внизъ планеты становятся многочисленнѣе, при 700 же, 750 и 900" мы находимъ очень мало планетъ или даже пустыя мѣста. Но самой странной особенностью этого является то, что именно на этихъ мѣстахъ движеніе планеты находилось бы въ простомъ соотношеніи къ движенію Юпитера. Планета со среднимъ движеніемъ въ 900" совершала бы свое обращеніе около солнца въ треть того времени, какое нужно для этого Юпитеру, съ 600" въ половину, съ 750" въ двѣ пятыхъ этого періода. Согласно законамъ небесной механики орбиты планетъ, находящихся въ такомъ простомъ соотношеніи другъ къ другу, подвергаются съ теченіемъ времени большимъ измѣненіямъ вслѣдствіе дѣйствія другъ на друга. Поэтому Кирквудъ (Kirkwood), первый указавшій на эти пробѣлы въ ряду, предполагалъ, что они происходятъ въ силу того, что планета на этомъ мѣстѣ не могла бы постоянно удерживаться въ своей орбитѣ. Любопытно, однако, что на среднемъ движеніи, равномъ приблизительно двумъ третямъ движенія Юпитера, имѣется не пробѣлъ, а наоборотъ группа планетъ. Поэтому его взглядъ нѣсколько сомнителенъ.

### Интереснѣйшій изъ астероидовъ.

Одно изъ этихъ тѣлъ такъ замѣчательно, что требуетъ особеннаго вниманія. Всѣ сотни малыхъ планетъ, извѣстныхъ до 1808 г., двигались между орбитами Марса и Юпитера. Но лѣтомъ этого года Вигтъ (Witt), въ Берлинѣ, нашелъ планету, которая въ перигелии заходитъ далеко внутрь орбиты Марса—на двадцать четыре милліона километровъ отъ орбиты земли. Онъ назвалъ ее *Эросомъ*. Эксцентриситетъ ея орбиты такъ великъ, что въ афелии планета выходитъ далеко за предѣлы Марса. Кромѣ того эти двѣ орбиты: Эроса и Марса проходятъ одна черезъ другую, какъ звенья цѣпи, такъ что, еслибы представить эти орбиты изъ проволоки, то онѣ могли бы висѣть одна на другой.

Вслѣдствіе наклона ея орбиты эта планета выходитъ далеко изъ предѣловъ зодіака. Находясь на наименьшемъ разстояніи отъ земли, какъ это было въ 1900 году, она одно время была такъ далеко на сѣверѣ, что въ нашихъ сред-

тема была полна: теперь было семь большихъ тѣлъ и семь маленькихъ—и тѣхъ и другихъ мистическое число. Но не прошло и тридцати лѣтъ, какъ Кассини разрушилъ весь этотъ мистицизмъ открытiемъ еще четырехъ спутниковъ. Затѣмъ, спустя столѣтiе, великiй Гершель нашелъ еще два. Наконецъ, восьмой спутникъ былъ найденъ Бондомъ на Гарвардской обсерваторiи въ 1848 г.

Въ 1898 г. фотографическiе снимки неба, сдѣланные въ южно американскомъ отдѣленiи Гарвардской обсерваторiи показали возлѣ Сатурна звѣздочку гораздо дальше самаго далекаго изъ извѣстныхъ спутниковъ, которая, повидимому, каждую ночь занимала другое положенiе. Однако, нельзя было рѣшить, спутникъ ли это, такъ какъ Сатурнъ въ это время находился между безчисленными звѣздами Млечнаго Пути, въ которыхъ спутникъ могъ затеряться.<sup>1)</sup>

Слѣдующая таблица содержитъ списокъ восьми спутниковъ съ ихъ разстоянiями отъ планеты, выраженными въ ея радиусахъ, съ временами оборота и съ именами открывшихъ ихъ:

№	Имя	Открыль	Время открытiя	Разстоянiе отъ планеты	Время обращенiя
					сут. ч.
1	Мимасъ . . .	Гершель . . .	1789	3'3	0 23
2	Энцеладъ . .	Гершель . . .	1789	4'3	1 9
3	Фетида . . .	Кассини . . .	1684	5'3	1 21
4	Диона . . . .	Кассини . . .	1684	6'8	2 18
5	Рея . . . . .	Кассини . . .	1672	9'5	4 12
6	Титанъ . . .	Гюйгенсъ . .	1655	21'7	15 23
7	Гиперiонъ . .	Бондъ . . . .	1848	26'8	21 7
8	Япетъ . . . .	Кассини . . .	1671	64'4	70 22

Всего замѣчательнѣе въ этомъ спискѣ большое различiе спутниковъ и соотношенiе между временами оборота четырехъ внутреннихъ. Пять внутреннихъ спутниковъ образуютъ, повидимому, отдѣльную группу. Затѣмъ идетъ пробѣль, превосходящiй по величинѣ разстоянiе самаго далекаго изъ первыхъ пяти, потомъ мы встрѣчаемъ другую группу изъ двухъ спутниковъ, Титана и Гиперiона. Затѣмъ опять идетъ

<sup>1)</sup> см. примѣчанiе стр. 179.

Основная единица, которую опредѣляютъ, была уже указана, это—среднее разстояніе земли отъ солнца. Но измѣреніе параллакса не составляетъ, однако, единственнаго способа опредѣлить это разстояніе. Въ послѣднія пятьдесятъ лѣтъ были найдены другіе способы и нѣкоторые изъ нихъ такъ же точны, какъ и наилучшія измѣренія параллакса, и, пожалуй, даже точнѣе.

### Измѣреніе движеніемъ свѣта.

Въ одномъ изъ самыхъ простыхъ и поразительныхъ изъ этихъ способовъ пользуются скоростью свѣта. Изъ наблюденій затмений спутниковъ Юпитера, сдѣланныхъ при различныхъ положеніяхъ земли въ ея орбитѣ, было найдено, что свѣтъ проходитъ разстояніе, равное разстоянію земли отъ солнца, приблизительно въ восемь минутъ двадцать секундъ или пятьсотъ секундъ. Это опредѣленіе было сдѣлано точнѣе другимъ путемъ при помощи абераціи звѣздъ. Такъ называется небольшое измѣненіе въ ихъ положеніи, происходящее отъ сочетанія движеній земли и свѣтового луча, благодаря которому мы видимъ звѣзду. Изъ тщательныхъ наблюденій надъ абераціей видно, что свѣтъ проходитъ отъ земли до солнца почти ровно въ 499<sup>б</sup> секунды. Отсюда слѣдуетъ, что, зная, какое разстояніе проходитъ свѣтъ въ одну секунду, мы могли бы опредѣлить разстояніе солнца, умноживъ эту величину на 499<sup>б</sup>. Измѣреніе скорости свѣта составляетъ одну изъ самыхъ трудныхъ задачъ физики, такъ какъ при этомъ приходится измѣрять промежутки времени величиною только въ нѣсколько милліонныхъ долей секунды. Интересующіеся этимъ предметомъ найдутъ изложеніе этого способа въ специальныхъ книгахъ; въ настоящую минуту достаточно сказать, что, какъ оказалось, свѣтъ проходитъ 299 800 километровъ въ секунду; умноживъ это на 499<sup>б</sup>, мы получимъ для разстоянія солнца отъ земли 149 810 000 километровъ.

### Измѣреніе притяженіемъ солнца.

Третій способъ основанъ на измѣреніи притяженія луны солнцемъ. Когда луна совершаетъ свое мѣсячное обращеніе вокругъ земли, то вслѣдствіе притяженія солнца въ первой четверти она бываетъ немного больше, чѣмъ на двѣ

меты. Вычтя семьдесятъ пять изъ 1607, мы получимъ 1532. Онъ нашель, что въ 1531 г. дѣйствительно была видна комета, которая, какъ можно было думать по нѣкоторымъ основаніямъ, двигалась по той же самой орбитѣ. Вычитая отсюда снова семьдесятъ пять, мы находимъ 1456. И дѣйствительно, въ 1456 г. наблюдалась комета, которая возбудила въ христіанскомъ мірѣ такой ужасъ, что папа Каликстъ III приказаль возносить молитвы о защитѣ отъ кометы, какъ и отъ турокъ, которые въ это время вели съ Европой войну. Вѣроятно, легенда о «панской буллѣ противъ кометы» отпосится именно къ этому случаю.

Въ прошломъ были найдены и другія появленія, быть можетъ, этой же кометы, но Галлей не былъ въ состояніи точно отождествить комету вслѣдствіе отсутствія сколько-нибудь точныхъ описаній свѣтила. Однако, четыре даты хорошихъ наблюденій 1456, 1531, 1607 и 1682 гг. давали большую вѣроятность предсказанію, что комета снова вернется къ солнцу въ 1758 г. Одинъ изъ самыхъ выдающихся математиковъ того времени во Франціи, Клэро (Clairaut) могъ вычислить то дѣйствіе, которое должны были произвести Юпитерь и Сатурнь на время обращенія этой кометы. Онъ нашель, что этимъ дѣйствіемъ ея возвращеніе должно замедлиться и комета должна придти къ перигелію не раньше весны 1759 г. Она появилась согласно предсказанію и дѣйствительно прошла перигеліей двѣнадцатаго марта этого года.

Слѣдующее предсказанное возвращеніе было въ 1835 г. Теперь нѣсколько математиковъ вычислили вліяніе планетъ на измѣненіе ея періода. Ихъ работы были такъ точны, что два изъ нихъ ошиблись не больше, чѣмъ на пять дней: Розенбергеръ (Rosenberger) указаль для даты возвращенія одиннадцатое ноября, а Понтекуланъ (Pontécoulant) предсказаль его на тринадцатое ноября. На самомъ же дѣлѣ она прошла перигеліей шестнадцатаго ноября. Послѣ наблюденій въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ она исчезла изъ виду и съ тѣхъ поръ ея больше не видѣли. По астрономическая наука такъ точна, что астрономъ могъ бы все это время направлять свой телескопъ въ точности на этотъ объектъ, сдѣлавъ, конечно, необходимыя вычисленія для опредѣленія ея мѣста.

Приближается ея новое появленіе, по его точная дата

маются изъ ея головы по направленію къ солнцу, затѣмъ расходятся въ стороны и уходятъ прочь отъ солнца, образуя хвостъ. Послѣдній является не придаткомъ кометы, какъ хвостъ у животныхъ, а чѣмъ-то вродѣ столба дыма, выходящаго изъ трубы.

Нерѣдко случается, что при открытіи у кометы сначала вовсе нѣтъ хвоста. Послѣдній начинаетъ образовываться во время приближенія кометы къ солнцу. Чѣмъ ближе подходитъ комета къ солнцу и чѣмъ больше то тепло, которое она получаетъ, тѣмъ быстрѣ развивается хвостъ. Все это показываетъ, что вещество, составляющее большую комету, отчасти летуче. Разогрѣтое теплотой солнца, оно начинаетъ испаряться совершенно такъ же, какъ испарялась бы вода при тѣхъ же условіяхъ. Подымающіеся пары отталкиваются солнцемъ и образуютъ такимъ образомъ потокъ вещества, исходящій изъ кометы <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Теорія кометныхъ формъ, особенно хвостовъ, очень много обязана своимъ развитіемъ нашему недавно скончавшемуся ученому Ф. А. Бредихину, который много работалъ также по вопросу о связи кометъ съ метеорами.

## II

### Видъ неба.

Не только простому зрителю, но и для ученаго изслѣдователя неба самой поразительной особенностью его является Млечный Путь. Этотъ поясъ видимо тянется по небу и, можетъ быть, на самомъ дѣлѣ тянется по всей вселенной звѣздъ, какъ бы соединяя ихъ въ одну систему—одно «поразительное цѣлое». Его можно видѣть въ тотъ или другой часъ почти круглый годъ, а въ удобные вечерніе часы весь годъ за исключеніемъ мая. Въ этомъ мѣсяцѣ раннимъ вечеромъ онъ идетъ вдоль горизонта и его не видно сквозь болѣе плотные слои воздуха. Разумѣется, позднѣе ночью онъ становится виденъ и въ эту пору года, на востокъ и сѣверо-востокъ.

Самый маленькій телескопъ покажетъ, что Млечный Путь состоитъ изъ безчисленнаго скопленія звѣздъ, слишкомъ слабыхъ, чтобы ихъ можно было видѣть отдѣльно каждую на ихъ громадномъ разстояніи отъ насъ. Внимательное наблюденіе покажетъ даже невооруженному глазу, что эти звѣзды разбѣяны неодинаково по длинѣ Млечнаго Пути, но что онѣ нерѣдко группируются въ большія массы, а вокругъ нихъ или между ними остаются сравнительно пустыя пространства. Это особенно замѣтно въ тѣхъ частяхъ этого пояса, которыя видны лѣтними и осенними вечерами на югѣ.

Замѣчательную особенность строенія вселенной представляетъ то, что звѣзды не въ всѣхъ направленіяхъ одинаково густы: ихъ больше вблизи полосы Млечнаго Пути и тѣмъ меньше, чѣмъ дальше мы отходимъ отъ нея. Это вѣрно даже относительно самыхъ яркихъ звѣздъ, но еще больше относи-