

3 1761 05653572 7

Handle with
EXTREME CARE

This volume is
BRITTLE
and cannot be repaired

Photocopy only if necessary

**GERSTEIN SCIENCE
INFORMATION CENTRE**

Library Staff, retie with linen tape & shelve



QB

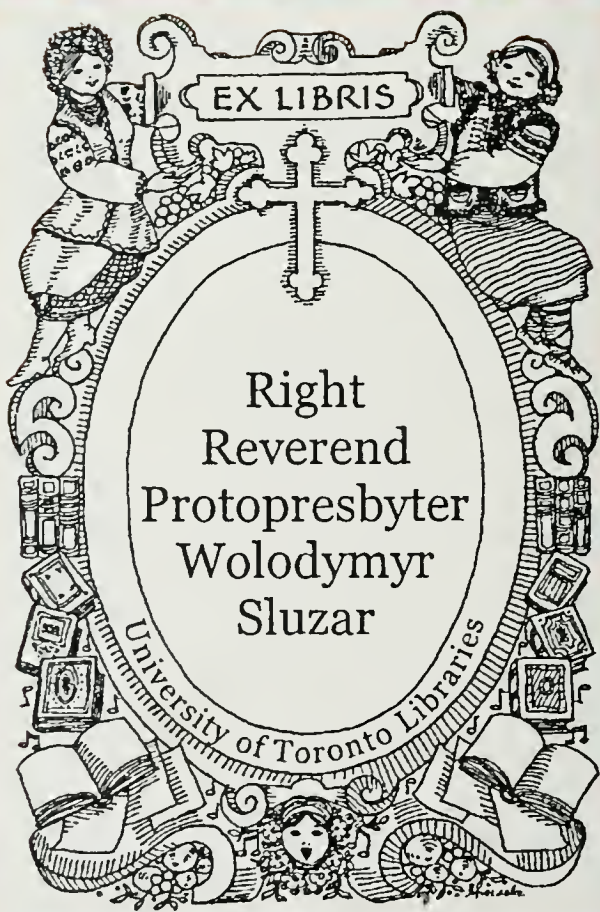
44

F595

1900

c.1

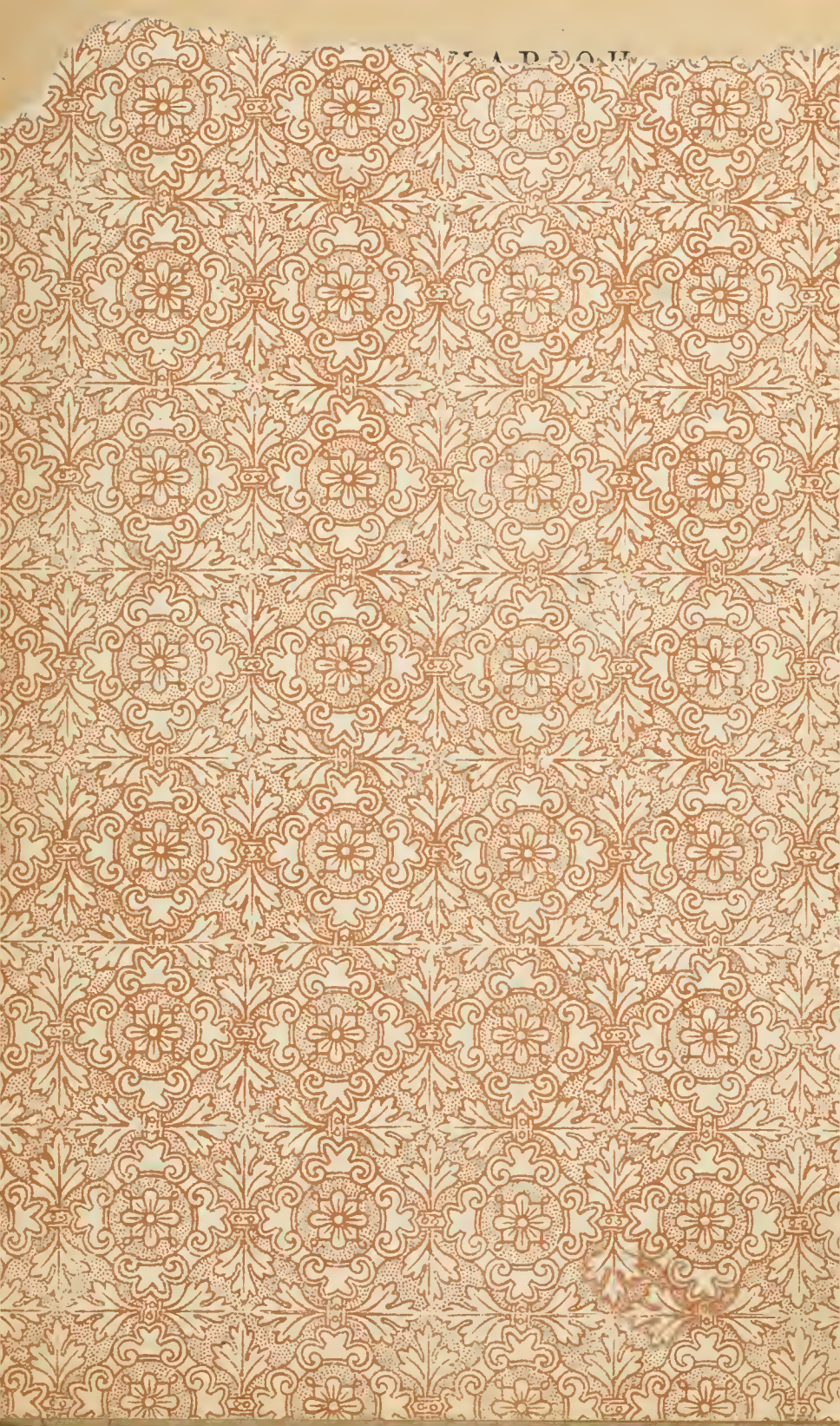
GERSTEIN



EX LIBRIS

Right
Reverend
Protopresbyter
Wolodymyr
Sluzar

University of Toronto Libraries





КАМІЛЬ ФЛЯМАРІОН.

НЕБО.

Переклад .

В. МІРНОЇ.



НАКЛАДОМ
УКРАЇНСЬКО-РУСЬКОЇ ВИДАВНИЧОЇ СПІЛКИ
зарєєстрованої спілки з обмеженою порукою у Львові.
1900.



З ДРУКАРНІ НАУКОВОГО ТОВАРИСТВА ІМЕНИ ШЕВЧЕНКА
під зарядом К. Беднарського.

I.

Небо.



Що то є небо?

Незабігаючи далеко, можемо відповісти, що небо то все. Так, се все те, що існує, се величезний простір, що все обіймає, се армія зір, що кожда з них є сонце; се ціла система світа, се Юпітер, Сатурн, Марс, Венера, що сяє на небі смерком, се місяць, що висвічує тихим світлом, се сонце, що світить, гріє, електризує і заплodнює планети, се сама земля, що на ній ми живемо, бо й вона теж є планета світової системи, одна з небесних куль. Виходить, небо се все те, що існує у світі.

Висліджувати небо — се значить висліджувати абсолютну дійсність, землю, сонце, зміни року, клімат, календар, дні й ночі, місяці й роки, сучасне, минуле й будуче, бо для астрономії час не існує; вона захоплює будучність так само, як і минувшину, вона держить в своїх руках початок і кінець світа, вона наука нескінченности і вічности.

Але для сього ми не будемо вдавати ся в подробиці, не будемо силкувати ся досягнути незбагнене, не матимемо претенсії подати тут прелік незлічимих відкрить, що дякуючи їм астрономія ще з давних часів зробила ся першою, найобшарнійшою, найстаточнійшою з усіх наук; до того ще вона що найзахватнійша, що найживійша, що найпрактичнійша наука. З сотень книжок, подібних до сеї було-б за мало, щоб описати усю історію астрономії. Ні, наші заміри скромні. Ми хочемо тільки. не зачіпаючи математики, у приступному і цікавому для кожного творі, резімувати суму відкрить і скласти з них маленьку книжечку, що буде з деякого погляду просто романом неба.

Тільки противно звичайним романам наш роман буде цілком моральним, навчаючим винеслим. *Sursum corda!* Він нам покаже, до якої чудової висоти може досягти людський розум. В ньому не знайдемо ні драм, ні розпусту, ні зіпсуття, ні політичної підлоти, ні зрадливого кохання, ні пімсти і дуелів, ні злочинів і душегубств, ні шибениць, ні навіть армій і гармат, ні рушниць і гранатів, ні боєвищ, що укрили ся пораненнями і вбитими. Тут все тихо, гармонійно, спокійно; тут вічний рух, тут все кермує ся силою всесвітнього притягання, над усім панують величні закони. Тут нема нічого підлого, нічого грубого, нічого вульгарного. Роман про небо не затопить нас у якесь болото; навпаки він перейме нас чистим здоровим воздухом, підійме нас високо над усім, звіден будемо споглядати на безмежні панорами. І от тут саме й правдива дійсність!

Коли-б ми захотіли познакомити ся з якою будь будівлею, наприклад з атенським Панте-

оном або Колізеєм, або Сьв. Петром у Римі, Собором Пречистої в Парижі, Лувром, парламентом у Лондоні, або з палатою Дожів у Венеції, ми-б мусіли так стати перед сею будівлею, щоб відразу її усю побачити при гарнім світлі, добре памятаючи, що тільки таким загальним оглядом а не студіюванєм риня сеї будівлі, можемо збагнути її красу і величність.

Така-ж саме мета астрономії і сего нашого маленького твору: дати розуміне про всесвіт в єго величності і красі. Ся маленька книга буде популярною, ми її призначуємо для дітей і для жінок. Славетний французський астроном Леленд, що склав перший катальог зір і дав перший твір практичної астрономії, не уважав для себе за понижене писати між иньшим такі твори, щоб єго весь світ розумів, як от наприклад, єго маленький, ще менший від нашого, чудовий твір: Астрономія для жінок (1784 р.) Точнісенько так робить і Фонтенель попередник Лялянда і Араго, що єго наслідував — оба секретарі париської академії наук. Згадуючи про публику, що для неї Фонтенель призначив свій твір, Лялянд додає: „Що до нас, то ми цілком забудемо про вчених і матимемо діло тільки з жінками“. Такий самий намір буде і сеї маленької книжки: ми її пишемо не для вчених.

З якої-ж небесної кулі почнемо сеї загальний опис неба?

З тої, де ми живемо. І на се ми маємо рацію. Перш вона нас цікавить більш над усі иньші небесні кулі. Далі, з неї ми дивимось на увесь всесвіт. Тим-то ми і почнемо наш опис всесвіту з того місця, де ми живемо.

Але перш над усе нам треба побалакати про важність і величність астрономічної науки.

II.

Астрономія.

Астрономія є наука про цілий сьвіт.

Сьвіт складає усе те, що існує. Земля, де ми живемо, сонце, місяць, планети, зорі, комети, взагалі всі тіла, що існують, формують сьвіт і стають предметами астрономії. За давних часів, коли нехтували дійсність і опираючись просто на оманні чуття, думали, що земля стоїть нерухомо в осередку сьвіта і є метою і підставою всего сотворіння; на астрономію могли дивитись, як на науку, що висліджує тільки предмети вищі, і що вона майже непотрібна для того, хто хоче обмежитись на дотикальне і певне. Але тепер, коли переконалися, що земля не в осередку і що вона навпаки є сьвітова куля, як і місяць, обертає ся круг сонця і плаває відокремленою в просторі без ніякої підпори, тепер, коли переконались, що ся куля, що навкруги неї ми ходимо, є просто трета планета сонїшної системи по величині і віддаленя від сонця, що другі планети такі самі землі, як і наша, і що наша планета, коротко кажучи, є одна з незлічимої кількості куль, які плавають в безмежності — астрономія стала також наукою про землю, і навіть підставою усіх наук, що висліджують землю і людськість.

Справді вона одна може сказати нам, де ми живемо, показати нам, як наша куля з безнастанним рухом держить ся в просторі, через

які комбінації маємо роки, зміни року, дні, ночі, — коротко кажучи вона примушує нас зрозуміти наше справжнє місце в природі, на ній опирає ся плавба, завдяки їй ми пізнаємо справжню форму земної кулі, ми знаємося з географією, можемо мати зносини з иньшими людьми, міняти ся з ними своїми здобутками, своїми думками, іти разом з усіма на здобуте поступу; вона навчає нас про небо і про землю; без неї ми ходили-б як сліпці, жили-б як звірята, як рослини не завдаючи собі праці, (або красше сказати пріємности) зрозуміти своє становище в природі і довідатись докладно, що то ми є.

А про те ось який справжній стан річей. В наші часи, що найменше 99 до 100 людей обходить ся без сеї науки і живе в цілком рослинній байдужности, не задумуючись ні на хвилину за все своє житє над тим, де вони мешкають. Певні відомости, що повинні бути початковою підставою кожної поважної науки доси занедбані більшістю людей, що стають наставниками молодіжи, замість відомостей про всесвіт, чого мож було навчати дітей з самого малку, щоб звернути їх молодий розум на простий і реальний шлях, набивають їм голови усякими непотрібними історіями і хибними поглядами, яких їм буде так важко позбутись тоді, коли вони вже самі почнуть розумувати. Розуміє ся трудно не то що виправдати, а навіть і пояснити такий стан річей.

А тим часом дати молодіжи при самім початку її просвіти такі доконче потрібні відомости не тільки не важко, а навпаки, навіть пріємно і користно. А для сего перш над усе потрібно, щоб ті, кому поручено вихованє мо-

лодїжн, зрозумїли велику вагу хочаб і елементарної науки астрономїї і корисність сього знаня для загального розвитку, що кермує нами в цілїм житю. Тодї тїлько вони зможуть цікаво і захватно передати порученим їм дїтям своє знане, бо тїлько забавляючи дїтей, можна їх найкрасше все навчити. Може слово „забавляючи“ і не годить ся тут, але в дійсности нема нічого більш утїшного, як початкова описова астрономія, хоч й не має нічого більш поважного і трудного, як практичний бік сеї науки.

Що може бути цїкавійшого, приміром для молодого батька, або молодої матери, або для учителя, як показати дитинї гарного лїтного вечера, найблискучїйші зорї на небї і навчити її вгадувати сїм славетних зір Вожа, знаходити полярну зорю і так привичаїти її до сего, щоб і пізнїйше у темну ніч в дорозї она могла їх легко знаходити? Що може бути лекшою, як вивчити на память назви двадцяти найблискучїйших зір і їх співзір, або відшукати зодїяка, знаходити на небї дорогу, що її начеб-то проходить сонце завдяки обертаню землі навкруги него? А чи-ж є що простїйшого, як спостерегати зорї — бачити як вони з'являють ся на сходї, доходять до своєї кульмінацїйної точки (се й є південь і меридіян певної місцевости) і сїдають на заходї, бачити їх і міркувати про дїбові рухи землі, рухи, що дякуючи їм і повстають усї ті видимі з'явища? Хїба є що цїкавійшого, як розшукувати планети, що пересувають ся здовж зодїяка, або за помічю маленького телескопу знаходити сателїтів Юпітера, кільця Сатурна, фази Венери? А хїба не приємно буде присвятити декілько часу розгля-

динам хоч крізь маленький телескоп тих чудних зазубрин, що їх робить сонішне сьвітло по краях місяця під час молодика. Сі чудові гафтування, що наче живе срібло, висять в небесній блакиті, сі променисті нерівности, що форму і причину їх ми швидко пізнаємо, все се переносить нас на нерівний ґрунт сього сусідного з нами сьвіта. Там бачимо білі, глибокі жерела, темні в середині величезні круги з руйнованими убочами і розлогі долини, освітлені скісним промінем сонця і схожі на сірі оксамітові обруся; бачимо як там потроху підбиває ся у гору сонце, як воно сходить над тими далекими Альпами і освітлює ріжні рівнини місяця. Не маючи телескопа, можемо навіть голим оком спостерегати те попелясте сьвітло, що помічає ся в середині місячного приросту в перші дні молодика; і коли далі ми поміркуємо над сьм з'явищем, легко зрозуміємо, що попелясте сьвітло — се той відсьвіт, що земля сама освітлена сонцем, кьдає на місяць; можемо навіть сказати, які власне сторони земної кулі обернені в той час до місяця і які з них посилають йому своє „земне сьвітло“. Бачучи соняшні або місячні зміни, ми завсїгди повинні ургадати, що вони повстають з обертання місяця навкруги землі, з тої тїни, що кьдає поза собою кожда освітлена куля. Таким робом для кожного, хто хоче вчити ся, кожда річ є цікавим предметом до обсервації, а особливо так повинно бути для дитини, бо вражїня її ще нові, сьвіжі і полишають в душі незатерті слїди.

Рухи землі, нахил її осв, причини, що з них повстають зміни року, ріжна довжина дня і ночі, зміни в висотї сонця — все се

може бути найкрасше вияснене на гльобі, так нахиленім, як нахилена вісь землі. Такий наочний метод научування відразу увільняє розум ученика від тої вульгарної омани чуття, що примушує нас родити ся і рости в переконанню нерухомости землі на споді цілого сьвіта; сей метод показує відосібнене земної кулі в просторі, її становище супроти сонця показує, як земля обертає ся навкруги сонця, як вона періодично підставляє свої боки до сего променистого сьвітла і як з того повстають дні, ночі, зміни року і роки.

Астрономія є перша з наук. Вона перша через те, що повинна бути підставою всякої иньшої науки і філософії, перша по величності свого предмету, бо вона обіймає увесь сьвіт, перша по своїй давній давнині, бо початок її припадає до початку історії, до початку самої людськості.

Перш ніж почалось письменство і історія, вже почали слідити небо; старали ся по ньому зрозуміти причини ріжних з'явищ, змін року, змін земної природи; завели початкове мірене часу і первісний календар; до періодичних небесних з'явищ силкували ся примінити часи праці, сьвят і иньших головних подій життя; слідили за рухами сонця, місяця, зір і брали сі рухи за видимі прояви якоїсь невидимої сили, що порушує цілий сьвіт; між нерухомими зорями помічали деякі такі, що пересувались; поклонялись таємничим вчинкам всевладних володарів неба в їх рухах і збізі сих рухів із з'явищами природи; поклонялись і другорядним божествам, виконавцям законів долі, і встановлювали таким робом несьвідомо початки ріжних культів; витворювали віру і ра-

зом з тем науку; між зорями шукали провідних точок, щоб тримати ся їх за часи плавання і мандрівок через пустині; нарешті рисували перші карти небес, утворювали співзіря і записували на мапах, як на незотлі́нних таблицях, усї ті події, що їх хотїли заховати у своїй пам'яті і передати будучим столїтям.

Ся велична наука астрономія, родилась під небом Сходу і звідти розповсюдилась по Китаю, Хальдеї, Фенікії, Єгипті, Греції, Італії і по всїх сторонах сьвіта, що їх потроху завойовував людський розум. Першими астрономами були пастухи з Гімаляйських гір, що пасли свої отари на високих рівнинах осередкової Азії під чудовим небом ясних і тихих ночей, що очаровували так пастухів, як філософів. Сила зір, їх одностайні величні рухи, їх чудове ярке сьвітло, тиха молочна дорога, падучі зорі, що наче відривають ся від неба, глибока тишина природи, далі блїдий схід, прихід сьвітової зорі (аврори), зниканє усїх зір з неба крім чабанської зірки — Венери, і нарешті велична симфонія сходу сонця в цілій його славі і пишноті — все се подавало ціле пасмо образів і сцен, гідних положити початок найчудовїйшої і найобширнїйшої з усїх наук.

Навіть і в приближеню не можна визначити часу початку астрономії; її істнованє треба числити тисячами років, і ми маємо однакову рацію приписувати давнині в 15—20 тисяч років, як і давнині в 6—10 тисяч років ті астрономічні спостереженя, що їх слїди знаходимо в сьвятих індийських книгах Веди, на халдейських цеглинах і на камяних єгипетських пам'ятниках. В давні часи не знали писати і історичні факти виспівувало ся

часто в народних піснях. схожих з рапсодіями, що існують у нас під іменем Гезіода і Гомера. Одним з найдавніших наслідків первісної астрономії, наслідків, що ще й тепер існують, є назва семи днів тижня іменами семи світил, що їх давні люде мали за найголовніші зорі: сонце, місяць, Марс, Меркур, Юпітер, Венера і Сатурн¹⁾); сей звичай існував вже в Вавилоні 4—5 тисяч років тому, бо розкопи пороблені в Ниневі в палаті Сарданапала, відкрили дощечки з написами на аккадійській мові (попередниця вавилонської); в сих написах знаходимо такі назви днів тижня, а також деякі астрономічні спостереження того часу. Уже тоді існували офіційні обсерваторії, курси астрономії і публичні бібліотеки — все зовсім так, як і тепер. Саме те в ті часи було і в Китаю. В літописях Небесного Цісарства знаходимо законодавця Фу-Гі, що завів дуже широкую науку астрономії перед 2850 роками до наших часів, а Цісар Хоанг-Ті перед 2608 роками до нас збудував чудову обсерваторію, упорядкував календар і весь час свого життя слідив бігунову зорю, що уважалась тоді за альфу з констеляції Дракона. Тут знаходимо також дещо і про соняшну віну,

*) Намалювавши семирогу зорю (рисунок 2) на кождім її розі пишуть назвище одного з семи світил, відомих в давні часи, в укладі довготи їх рухів і відлеглостий по тодішньому розумію: Місяць, Меркур, Венера, сонце, Марс, Юпітер і Сатурн — з них складає ся астрономічне колесо. Таким робом виходять, що хорди, проведені через коло, означають дні тижня: *Lunae Dies, Martis Dies, Mercuris Dies, Jovis Dies, Saturni Dies et Solis Dies*; сей останній з часів християнства став Господнім днем — *Dies dominica*.

яка була у Кятаю перед 2169 роками до наших часів без жадних попередних пророкувань і яка коштувала жите директорови обсерваторії, бо в тім часі астрономія була тісно звязана з політикою. Виходить, що вже в ті часи істнували такі особливі бюра, де враховували небесні з'явища, і цілком зрозуміло, що повторенє сих з'явищ в протягу досить значного числа віків виробило хоч приближне розумінє про закони їх періодичности. Все се переносить нас бодай на 5 тисяч років в зад.

Тодішня бігунова зоря, альфа Дракона, мала, як видно досить значіння в будові пірамід, бо з десяти єгипетських пірамід шість мають прості галерії, відчинені на північ і вприті з нахилом у низ на 26° — 28° в площі екватора; таким робом, коли обсерватор буде дивитись з глубини сих галерій, то мусить побачити бігунову зорю в час, коли вона переходить через екватор; треба до сього завважати, що велика піраміда була збудована як раз 40 віків тому, перед 2113 роками до нашої ери. У нас є також спостереженя над соняшними мінами, зроблені перед 2720 роками, і спостереженя над зорею альфою Гидри, зроблені перед 2306 р. до нашої ери.

З другого боку про зодіяка знали вже в ті часи, коли весняне рівноденне припадало до послідних степенів співзіря Бика біля зорі Альдебаран, бо в усіх давних астрономічних піснях сьпіває ся про Бика, що він „відчиняє рік своїми золотими рогами“, тим часом як про Близнюків ніколи не згадують укупі з сонцем. Виходить, рівнодення, через їх упередженє могли збігати ся з послідними степенями Бика тільки за 5000—4500 років до нашої ери, і сї

числа як раз відповідають формі і становищу тодішніх зодіаків. Первісні розуміння про небо, про ті дороги, що через них проходять місяць, сонце і планети, перший малюнок зодіака — все се, розумієть ся, було багато вчаснійше від докладних спостережень над планетними рухами, вчаснійше від назвищ зір, вирахування мін сонця, а се все, як ми вже казали, було більш ніж перед 5000 роками до нас. Значить, початок нашого зодіака можемо віднести 6000 років до нашого часу, і ті 6000 років можемо взяти як найскромнійше число давнини нашої науки астрономії.

В приближеню перед 3000 роками до нашого часу Фенікіяне, досягши апогея своєї могутости, зробили з астрономії, або красше з астрології, правдивий культ. Геліополіс найдавніших часів був знаменитий з культу сонця, яке й дало ему своє імя. Геркулес Тірський був символом сонця. Так само відносились і до місяця і що молодика відбували пишні сьвята. Венера, Меркур Марс, Юпітер і Сатурн також мались за богів. При мореплавствах Фенікіяне дивились на Малу Ведмедицю як на провідну зорю і звали її Кінозурою (собачий хвіст). Велика-ж Ведмедиця була провідною зорею для Греків і звалась у них Геліс.

Жиди в своїй Біблії подавали такі назвища: Велика Ведмедиця-Аш (се значить, що вона крутить ся), Плеяди-Кіма (бажанє, себ то бажанє весни, яку вони провіщали 3500 років тому), Оріон-Кезіль (співзіря або констеляция), Дракон-Нагаш, найблискучійша його зоря показувала північний бігун; оселю сонця в зодіяці вони звали Мазаротами. Жиди переняли

свою початкову науку від Єгиптян, а сі уважали за основателя астрономії Гермеса, що на їх думку жив 3400 р. до нашої ери. Близько до 2887 р. вони переробили свій календар, додавши до 360 днів ще 5 день; але тільки через декілько століть через спостереження над Сіріусом, найблискуційшою зорею неба, що для неї ми й на досі заховали її єгипетське назвище, вони дізнали ся, що рік має не 365 день рівно, а $365\frac{1}{4}$, бо повинь ріки Нілю, що спершу ся зоря пророкувала, потроху посувала ся все вперед і стало ся так нарешті, що вони з'являли ся майже рівночасно.

Давні астрономічні спостереження записувались на цеглинах, і сі цеглини зараз випалювались, щоб захоронити написи. Про них згадує Сенека в своїх „Природничих питаннях“ IV, 3; а недуже давно такі цеглини були знайдені. На превеликий жаль революції в державах, війни і еміграції робили велику плутанину і довгі перерви в тихому розвою науки і істория дуже часто записувала на своїх сторінках повне зруйноване через жовнірів пам'ятників, книжок, бібліотек. Таким робом, коли Птольомей почав писати свою Астрономію при початку нашого числення, найшов цілими тільки спостереження Хальдеїв, записані вже після ери Набонасара, що числить ся з 26-го лютого 747 р. до нашої ери. Найдавніше спостереження, що він ним користував ся, було спостереження міни місяця, яка була на 26 ому році сеї ери, себто 19-го марта 721 року перед Рожд. Хр. З сього часу починає вичислене Сароса — період з 18 років, 11 день, після чого повторюють ся соняшні і місячні міни.

Перша грецька школа наук була заснована Талесом з Мілета в 640 р. до Р. Х. В сій школі, як і тепер, навчали вже, що вся сфера ділиться на пять полос. Геродот пише, що в ній слідили міни і вираховували їх, і що Талес правдиво прирік міну 30. вересня 610 р., яка відбулась як раз у самий час баталії між Мидянами і Персами. Оба війська страшенно наполохалися і зупинили бій. — Пітагор, здався, був учеником Талеса.

Знаменита Александрійська школа збогатила астрономію цілим рядом цінних спостережень; тут знаходимо спостереження Арістидуса і Тімохірса в 295 р. перед Рожд. Х.; далі спостереження Гіпарха, що в 130 році перед нашою ерою написав перший катальог зір, захований до наших часів і заснував математичну астрономію; далі Птоломей перед 150 р. до нас оголосив свій Альмагест, твір, що має велике значінє; тут він викладає становище астрономії в ті часи і різні тодішні гіпотези про будову світа; на превеликий жаль він тут придержуєся системи видимого руху світил (а про те він довго зупиняєся над теорією рухів землі); через се усій тій системі дали єго імя.

Напад варварів, зруйноване цісарств і середновічна темрява перервали працю людського розуму і розсліджуванє природи. Але по сторонах нехристиянських, властиво у Арабів в Багдаді і в Каїрі астрономія безупинно йшла все вперед, починаючи з каліфа Герун аль-Рашида (700) до Ілу-Бея (1400); сей послідний король-астроном був внуком почвари Тамерляна, але був остільки добрий, оскільки єго дід

страшний. Так само йшла астрономія вперед і в Хінах.

В середині 16-го віку нашої ери, в 1543 р. Копернік умираючи, заповідав людськості біблію сучасної астрономії де доказує, що земля, що на ній ми живемо, не є осередком сьвіта, а тільки простою планетою, що обертає ся як і иньші планети, навкруги сонця. З сього часу, себто в часі, більш ніж трох сотень років поступові праці усіх геніїв, що усе своє життя посвятили на шуканє правди, як Галілея, Кеплера, Ньютона, тих безсмертних творців астрономії, а також праці Касінього, Ремера, Галєя, Флеметєда, Брадлея, Лялянда, Ляпляса, Бєсєля, Ле-Ворієра і праця сучасних астрономів усіх націй, що разу доказували, провірюю і потверджували правдивість системи Коперніка.

Таким робом через довгий час віків ся найстарша наука дійшла до нас, безупинно розвиваючись, виправляючись, удосконалюючись і повільно споруджаючи найкрасший пам'ятник, що його кому-небудь міг утворити розум людський — пам'ятник непохитний, з верху якого ми тепер споглядаємо на весь сьвіт, дізнаємось про розмір простору, слїдимо за рухом сьвітів, зачаровуючись тими законами, що над ними панують, і тими силами, що піддержують їх на лонї безкрайної вічності.

ІІІ.

Наша планета.

З першої сторінки сеї книжки ми вже казали, що земля, се небесна куля.

Як-же се так? Хіба ми не на споді? Хіба небо не над нами? Хіба земля не величезна куля, що навкруги неї обертаєть ся усе небо? Побачимо.

Що земля є кулею, відокремленою в просторі се кожний знає після того, як довідались, що поверхня землі сферична в усі боки, і що мож обїхати її навколо. Виходить, що перша точка не викликє більш ніяких сумнівів.

Земля нічим не підперта. Ті, що їздять і по морю і по землі, ніколи не бачили ніякої підпори. Тінь, яка паде від землі на місяць під час єго змінв, зовсім кругла. Усі другі сьвітові кулі — сонце, місяць, планети, зорі — сферичні. Та і чим могла-б підпиратись гадана підстава землі? Вигадували колись для сього грубі стовпи, потім того примушували словів держати на собі сї стовпи, а величезну черепаху держати сих словів. А далі що? Все се вигадувалось тільки для того, щоб позбути ся трудностей. Уся похибка залежала від того, як розумілось вагу. Ми тепер знаємо, що у яку-б частину кулі ми не пішли, наші ноги все будуть на споді. Виходить, спід — се ну-тро землі.

Нам тепер було-б невинно звернутись до кого питаючи, що таке підпирє землю, бо кожде тіло тяжить до свого осередка. А чо-му-ж, питали, не впаде ся куля? Коли-б вона упала, то упала-б поза себе! Як бачите, се правдива нісенїтниця. Спід — се ну-тро кулі: верх для мешканців землі — се все те, що в них над головами, все, що навкруги кулі.

Таким робом ми повинні уявити собі, що земна куля висить у просторі без жадної підпори, подібно до мильної бульбашки в воздуху.

Вона навіть ще більш відокремлена, ніж мильна бульбашка, бо бульбашка підпирає ся шарами воздуха тяжшими від неї, наколи землю не держить ніякий плин, ніякі шари, і вона цілком независима від ніякої підпори.

Дуже нелегко переконати деяких людей, що земля може висіти в просторі, як куля без ніякої підпори, і не легко через те, що у таких людей хибне розумінє ваги. З історії давньої астрономії довідуємо ся, який важкий неспокій був в душах перших спостережників, що зачали вже розуміти сю відокремленість землі, але ще не знали, як перешкодити впасти сій важкій кулі, що по ній ходимо. Перші Хальдеї уявляли собі землю порожною і подібною до човна, що плаває над безоднею вод. Був і такий час, коли вчені хотіли доказати, що земля спочиває на тичках, які повинні були містити ся на обох бігунах. Інші-ж думали, що вона тягне ся без кінця в низ під нашими ногами. Усі ті системи були витворені під впливом хибного розуміння ваги. Щоб позбути ся сих давних помилок, досить упевнитв, що вага цілком повстає з притягання осередку. Тіло паде тільки тоді, коли друге більше тіло його притягає. Розумінє про верх і про низ належить тільки до певної материяльної системи, де напрям притягання уважає ся низом; самі-ж по собі сї слова нічого не показують.

Уявимо собі тепер сю кулю в просторі. Вона має 12742 кільометрів у прогоні. Людина середного росту має 165 сантиметрів. Виходить, наша великість з погляду величини земної кулі є ще менша ніж величина мурашки, яка-б лазила навкруги кулі завбільшки Пантеона. Ми ходимо навкруги сеї кулі всіх на-

прямах, як се робила-б мурашка навкруги величезної гарматної кулі. Сю кулю можна порівнати до магнесової кулі, бо дякуючи тільки її притягавю держимо ся на її поверхни.

По якому-б місци земної кулі ми не хдили, все назвемо низом поверхню, під нашими ногами, а верхом — просторонь над головою. Можемо уявити себе послідово на кожній точці землі, без винятку; усї ті точки будуть доконче низом для нас, а відповідна смв точкам просторонь над нашою головою буде завсїгди верхом; річ тільки в положеню відносно до нас, а зовсім не в абсолютній дійсности відносно до простору. Два обсерватори, що стоятимуть по кінцях того-ж самого прогону, матимуть верх обопільно противолежний; два другі, що стануть по кінцях другого прогону, який перехрестить перший під простим кутом, матимуть свій верх у двох вертикальних до перших точок. І так далі. Якби усю земну кулю укрити обсерваторами, кождий з них мав би верх у себе над головою. Виходить, уся просторонь навкруги землі буде верхом для всіх людей земної кулі.

Таке ваше дійсне положенє навкруги землі. На яким би місци ми не жили, звемо небом простір над нашими головами. До того-ж ще земля обертає ся навкруги самої себе в 24 годивах. В ту годиву, коли читаете сі рядки, уважаєте верхом просторонь, що її бачите підвівши голову; за шість годив назвете так само просторонь, яка буде тоді над вашою головою, і яка тепер лежить під простим кутом з вашою вертикальною; через дванацять годив ви назвете верхом просторонь, яка тепер

є під вашими ногами. І так далі, однаково у якому-б місці земної кулі ви не були.

Рисунок 2 показує, яким робом середина кулі є низом для всіх мешканців землі і як доохрестна частина стає для всіх верхом.

Земна куля з усіх боків окружена шаром воздуха — атмосферою, не більш як 100 кілометрів. Атмосфера ся блакитна. У ній плавають хмари на різних висотах, від 700 до 10.000 метрів. Коли небо покрите хмарами, вони творять над нашими головами склепліне, що сягає поза край неба і мов-би опирало ся на землю. Просто над нашими головами хмарне склепліне звичайно не вище від двох кілометрів а часто навіть не вище як 1000-1200 метрів; але на рисунку (3 і 4) бачимо, що воно, подібне до стелі, тягне ся здовж на 10, 15 до 20 кілоом; ось через що форма неба не сферична а рівна. Коли небо ясне, ми хоч і не таким низьким, але бачимо се склепліне, бо воздух не є зовсім прозорим і начеб то росте-ляє понад нами щось подібного до блакитного настільника. Якби атмосфера була цілком прозора, або якби її зовсім не було, ми зовсім не мали-б небесного склепління, бачили-б зорі в день так само, як і в ночи, а тепер можемо бачити зорі в день тільки при помочи астрономічних інструментів.

Зміривши землю, люде постановили довжину метра: одну десятиміліонну частину чверти земного меридіяна названо метром. Круг земної кулі, проходячи через оба бігуни, має кругло 40 міліонів метрів. Кажемо „кругло“ через те, що з 1795 р., коли метр стали уживати за міру, поступ астрономії показав, що десятиміліонна частина четвертини земного ме-

ридіяна більша від ухваленого метра близько $0 \frac{2}{10}$ міліметра.

Ми згадували про бігуни. Що треба розуміти під сим назвищем?

Возьміть яку-небудь кулю і присилуйте її повертатись навкруги самої себе. Ви зараз помітите на ній дві точки, що навкруги них відбуває ся сей оборот. Кождий може в тім упевнитись, примушуючи крутитись яку небудь кульку між пальцями або на столі.

Сі два діаметрально противолежні точки звать ся бігунами. Лінія, що перетинає кулю від одного бігуна до другого зветь ся осею коловоротного руху. Між сими двома бігунами, як раз по середині кулі лежить великий круг, що ділить кулю на дві півкулі і зве ся екватором.

Сі головні тези (коловоротна вісь, бігуни і екватор) легко зрозуміти відразу при першій погляді на рисунок 5.

Зміривши землю, астрономи захотіли її зважити і осягнули се. Дізнали ся, що вона тяжша від води у пропорції $1 : 5 \frac{1}{2}$, себто що земна куля важить у $5 \frac{1}{2}$ разів більше, ніж важила б водяна куля її розміру. Вага її має приближно 5875 сектільонів кільограмів.

5875 000 000 000 000 000 000 000.

Завважмо ще, що земна куля сливе правильної форми, не вважаючи на її гори. Найвищі гори не досягають і тисячної частини земного прогону, так само як і найбільші глибини моря.

Але-ж таки ріжниця, подумают читачі, між землею і небесними світцями. Земля в низу (завсїгди?), зорі в горі; земля не світить ся, зорі світят ся; земля велика, зорі

малі; земля важка, зорі здають ся легенькими і т. п. Скільки питань, стілько і похибок.

Земля не в нязу, ми вже се бачили. В цілому всесвітї не має ні гори, ні нязу; наша куля все заселена по всій поверхні, наші антиподи звернені до нас ногами, низ для нас є середина землі, так само, як і для иньших мешканців, що ходять по поверхні земної кулі, гора — теж задля всіх се поверхність кулі, се просторонь, що нас окружає; більш того, земля обертає ся навкруги самої себе і все те, що у певну годину на небі над нашими головами, за дванацять годин буде все-ж таки на небі, але під нашими ногами. Ми обертаємось у купі з землею, ноги наші все на її поверхні, бо вона нас притягає, як магнесова куля притягає маленькі шматочки желіза.

Земля здає ся темною, великою, важкою, тоді як зорі здають ся блискучими, маленькими і легкими. Але так тільки здає ся. В дійсности земля сьвітить ся здалека, як і зорі: вона відбиває у просторонь усе те сьвітло, що дістає від сонця. Якби ми подивились на неї з місяця, ми-б побачили, що її поверхня у 14 разів більша, її сьвітло у 14 разів дужше ніж той відсвіт сьвітла, що ми його бачимо в ночі у попелястому місячному сьвітлі, що його місяць відбирає від землі. Коли дивитись на землю з Марса, вона здає ся блискучою, досьвітною і вечірною зорею, вона для Марса така сама зоря, як для нас Венера. А коли подивитись на землю з Венери і Меркура, вона сьвітить на небі опівночі, так само, як для нас Юпітер. Спостерегаючи землю на такій далечині, ми-б побачили, що земна куля плаває на небі і має такі-ж фази (відміни) як і місяць,

Венера і Меркур. З друго боку її планети, що сьвітять на нашому небі, як зорі, самі з себе сяють не більш від нашої землі; ми бачимо їх тільки через те, що сонце їх осьвічує. Соняшне сьвітло переходить як у день, так і в ночи усю просторонь, не осьвітлюючи її. Планети, от як земля, місяць, Марс, Венера і т. и. перегороджують дорогу сьому сьвітлови і воно падає на них, через се і вони сьвітять ся, справді-ж ні місяць, ні Меркур, ні Венера, ні Марс, ні Юпітер, ні Сатурн, ні Іран, ні Нептун не сьвітять ся самі з себе більш ніж наша земля.

З другого боку обчислення переконують нас, що сі планети також великі і важкі, як і земля. Інші з них, як прим. місяць, Меркур, Марс менші від неї, другі як от Іран, Нептун, Сатурн, Юпітер більші. Юпітер приміром 1234 разів більший від землі і треба-б було 1234 земних куль злучити в одно, щоб утворити кулю завбільшки Юпітера. Він 310 разів важчий від землі, так, що коли-б мож було покласти Юпітера на одну дошку, на другу треба-б було покласти 310 земних куль, щоб їх зрівноважити. Значить, поверховний вигляд дуже оманливий. Справді-ж земля не має жадної особливої прикмети, яка-б відрізняла її від інших сьвітів, що плавають разом з нею в просторі.

Нарешті, реасумуючи все, що сказано, додамо, що перша засада астрономії, засада, що в ній треба цілком переконатися тому, хто хоче зрозуміти дійсне становище річей, — така, що земля відокремлена в просторі і не має жадної підпори, і що у всьєсвітї не має ні гори, ні низу, ні правого, ні лівого боку, ні жадного напрямку. Коли ми не заживемо захо-

дів, щоб переконатися раз на завсігди у факті, що земля є небесна куля відокремлена, рухома яка плаває у порожній просторони як і иньші небесні кулі; коли заховаємо в собі яку-небудь позадню думку, що засновуватимеся тільки на видимих з'явищах, або який невизначний спогад проте, що земля могла-би бути на споді всесвіта і підпирати небо, перекинене над нею, як баня — тоді не варто йти далі; розум наш не відкриєся для правди, коли не позбудемося сеї хибної думки, або хоч маленький слід лишимо від неї в душі; нам неможливо тоді буде хоч що-небудь зрозуміти в рухах землі, в її положеню в планетній системі, в загальнім укладі всесвіта.

IV.

Рухи землі.

Дивлячись на небо, бачимо, що ні сонце, ні місяць, ні зорі не лишаються і на одну годину нерухомими на якому-небудь місці неба, і що всі небесні тіла обертають ся у 24 години навкруги земної кулі. Довго люде думали, що воно дійсно так і є, як отсе нам здаєся. Кожний бачить, як сонце сходить, підбиваєся потроху у гору, опівдня досягає певної висоти, далі знову сідає і заходить. Анальоґічні спостереження мож робити і над місяцем, і над усіма зорями. Але коли наука настілько посунулася уперед, що люде могли збагнути великість всесвіта, тоді швидко зрозуміли, як трудно припустити подібні рухи. Коли думали, що сонце, місяць, зорі близько від нас, дорога, що її їм було потрібно пробігти, щоб виконати

свій обхід в 24 годинах, не повинна-б була бути надто великою, а швидкість їх руху такою фантастичною. Але коли навіть тільки в приближеню змірили їх віддалене від нас, то така швидкість здалась неподібною, навіть неможливою в механіці.

Так приміром доказано шести різними способами, независимими один від одного і цілком подібними по здобуткам, що віддалене сонця від нас 11700 раз більше, як прогін землі. Прогін землі має 12742 кілометрів. Виходить, що віддалене сонця від нас має 149 мільонів кілометрів. Так от, коли б у 24 години повинно воно було обернути ся навкруги нас на такому відступі, воно мусіло-б летіти з швидкістю більшою як 9000 кілометрів у секунду, або 38720000 кілометрів у годину. І на що? Щоб обійти навкруги малесенької в порівнянню до його величини точки, бо сонце у прогоні 108 раз більше ніж земля, 1283000 разів більше від неї в обемі і 324000 раз важче від неї. Очевидна річ, що немож припустити подібного висновку. Се було-б диво, що перечило-б усім законам природи.

Усе те, що ми сказали про сонце, відноситься також до кожної з зір. А їх мільони, десятки, сотки мільонів, їх велика сила, і кожда з них більша і важча ніж земля. кожда є сонцем. І їх біг в 24 додинах навкруги нашої маленької земної кулі був-би без порівняня більш незрозумілим, як біг сонця, бо вони не на однаковому від нас відступі і не прикріплені ні до якої твердої сфери, як колись думали. Вони віддалені на різні відступи і навіть на такі, яких ми і уявити собі не можемо.

Найблизша зоря 275000 раз далі від нас ніж сонце. Щоб обернутись навкруги нас, вона повинна би бігти 275000 раз швидче ніж сонце, себто по 2475000000 кільом. на секунду: 2 міліярди, 475 міліонів кільометрів на секунду! І се та зоря, яка найблизше до нас, яка через се мусить йти з найменшою скорістю! Усі інші мусіли би летіти скорістю, ще богато більшою, десять, сто, тисячу разів більшою, а зір незлічена сила. Сама думка навіть про подібний рух в просторі стає немислимою. І всі ці зорі без порівняв важші і більші від землі. А та найблизша з них, що про неї ми тільки що казали (се алфа у співзір'ю Центавра) важить навіть більш як сонце.

Ми дійсно будемо бачити те саме, чи то небо, чи то земля буде обертати ся. Кождий міг зробити подібні спостереженя на човні, або у вагоні желізниці. На човві ми зараз догадаємо ся, що се не берег пересуває ся, але на желізниці часто неможливо буває пізнати, чи се ми їдемо, чи поїзд, що їде побіч із нами.

Ми вже бачили, що земля сферична і цілком відокремлена у порожнім просторі. Коли-б вона обертала ся сама навкруги себе, несучи і нас з собою, ми-б все таки сего зовсім не відчували, бо не було-б ніякого тертя, ніякого шуму. Коли-ж би обертало ся небо, і сего-б ми не відчували, бо природа нічим би нас про се не повідомляла. Значить перед нами дві гіпотези:

Або присилувати цілий всесвіт що дня обертати ся навкруги нас, або припустити, що наша земна куля обертає ся сама навкруги себе, і таким робом визволити всесвіт від такої недодвідомої праці. Для розумної людини не

можливо, не розв'язати поставлене питанє в тїм розумїню, що обертає ся не небо навкруга нас, а ніщо иньше як земля.

Вже більш як 2 тисячі рокїв про се почали здогадувати ся; се учили вже Пітагорийці; Цицерон і Плотарх згадують, що Фїлзофовїв, по примїрі Ніцетаса з Сїракуз, прихилили ся до сего погляду, і що Птольомей не годив з ним довго і ставив вище систему видимого руху, ту систему, що їй дано було его імя. Але давні докази не були такі ясні. Тїлько в XVI. столїтю польський астроном Коперник*) з'єднав усї математичні погляди, що упрощували систему Птольомея, незручну через ті доповненя, які до неї потрібно було робити, щоб погодити видимі небесні рухи з гіпотезою про нерухоме становище землі в осередку всього сьвіта. Треба було ще до сього рухомих 75 кругїв, але і тоді ще лишило ся багато небесних рухів, що їх не можливо було пояснити, примїром рухи комет.

Се цілком зрозумїло. Справді земля обертає ся навкруги самої себе в 24 годинах, а навкруги сонця в протягу року; через се нам здає ся, що иньші планети мїняють свої мїсця відносно до нас (так само, як їдучи зелїзницею бачимо, наче-б то перемїщають ся дерева і вся околиця). Се пересуванє по давній системї було незрозумїле.

Свій річний оборот навкруги сонця земля виконує на віддаленї 149 мїльонїв кїльометрїв від сього сьвітїла. Хоч зорї дуже далеко від нас, проте річне пересуванє землі робить ма-

*) Его твір „De Revolutionibus Orbium Coelestium“ був оголошений у рік по его смертї (1543 р.)

ленькі зміни в положеню найблизших з них, зміни, як раз відповідні рухови нашої планети, зміни, що дякуючи їм можна було пізнати віддалене від нас зір і знайти друге potwierdжене подвійного обороту землі.

Було багато й иньших potwierdжень сих рухів землі. Приміром (се вже буде третє potwierdжене) наша куля сплюснена біля бігунів і опукла на екваторі так само, як і повинно було бути через її обертанє навкруги своєї осі. — 4. Коли кинути камінь у глибокий колодязь, він не впаде цілком вертикально, а трохи на схід. — 5. Усі річи важать троха менше на екваторі, ніж на бігунах, бо відосередна сила зменшає їх вагу. 6. Через те саме довгота секундового маятника коротша біля екватора ніж у Парижи. — 7. Маятник, впроваджений в рух в будь яким місци земної кулі, захує ту-ж саму плоскість в обертаню, але земля обертаючись виразно перемищає ту плоскість і тим нам доказує свій денний рух. 8. Сьвітло яке одержуємо від нерухомих зір, невеликим відхиленем стверджує річне обертанє нашої планети навкруги сонця і т. д. Доказів подвійного обертаня землі, добового і річного, тепер вже дуже богато, але в них нам нема потреби після всего того, що ми вже тут подали. До того ж підстави астрономії так безусловно певні, закони небесної механіки так висліджені, що можемо відповідно сим законам, загодя пророкувати все, що може статись в небі. Усі астрономічні відкриття в часі послідних трох з половиною віків довели і potwierдили ріжними способами теорню рухів нашої планети; вони зробили можливим навіть пророкувати заздальгідь, на підставі обчислень, істно-

ване небесної кулі, якої ще ніхто не бачив, остільки тепер докладно відомі і тревало установлені закони астрономії.

Добове і річне обертане землі, що про них ми доперва казали, се два найголовніші рухи нашої планети. Крім того вона робить багато ще иньших, менш головних рухів, але опис їх завів би нас поза межі сего елементарного твору. Ми знаємо вже більш десяти її ріжних рухів. Наша куля, як иньші є тільки легенька цяцька для вічних сьвітових сил.

V.

Наслідки рухів землі.

День і ніч, міренє часу, полудники, підсонє, зміни року, роки, калєндар.

Обертаючись навкруги себе в 24 годинах, земля підставляє поочередно то один, то другий свій бік під проміня сонця, що сьвітить на неї на віддаленє 149 мільонів кильомет. Звідси й повстає день і ніч. У тих сторонах, що звернені до сонця, день; на протилежнім боці від сонця, в сторонах, що лежать в мєжах земної тїни, ніч.

З того-ж саме повстає й ріжниця в годинах: в сторонах, що як раз проти сонця, буде південь; в протилежних сторонах буде північ. В тих сторонах, що через обертанє землі починають наближати ся до сонця, буде ранок, а в тих, що починають віддаляти ся, буде вечір. Кожда сторона обертає ся в 24 годинах навкруги земної осі. Коли подивимо ся на земний гльоб, маю чп перед себе північний бігун

побачимо таке видовище, яке подаємо на рисунку ч. 6. Нам треба уявити над сею півкулею високо у горі сяюче сонце; в осередку буде північний бігун, а кружінь сего диску буде екватором півкулі. Двадцять і чотири меридіяни проведені від бігуна до екватора; в думках ми можемо їх продовжити по другий бік екватора через полудневу півкулю до полудневого бігуна. Запишемо положенє двадцяти шести головних точок, ось вони:

- 1) Париж — південь.
- 2) Відень — 12 г. 56 хв.
- 3) Петербург — 1 г. 52 хв. (на вечір)
- 4) Суець — 2 г.
- 5) Тегеран — 3 г. 16 хв.
- 6) Бухара — 4 г. 3 хв.
- 7) Делі — 5 г.
- 8) Ава — 6 г. 14 хв.
- 9) Пекін — 7 г. 37 хв.
- 10) Зедо — 7 г. 10 хв.
- 11) Охотськ — 9 г. 23 хв.
- 12) Алеутські острови — 45 хв. північ.
- 13) Петронавловський — 1 г. 35 хв. ранок.
- 14) Сан-Франціско — 3 г. 41 хв. (ранну).
- 15) Сан-Дієго — 4 г. 2 хв.
- 16) Мехіко — 5 г. 14 хв.
- 17) Новий Орлеан — 5 г. 50 хв.
- 18) Куба — 6 г. 21 хв.
- 19) Нью-Йорк — 6 г. 55 хв.
- 20) Квебек — 7 г. 6 хв.
- 21) Ріг Фаревель — 8 г. 55 хв.
- 22) Рейкіявік — 10 г. 23 хв.
- 23) Могадор — 11 г. 12 хв.
- 24) Лісбона — 11 г. 14 хв.

25) Мадрид — 11 г. 36 хв.

26) Лондон — 11 г. 51 хв.

З сего видно, що коли в Парижі полудне, в Лондоні тільки 11 г. 56 хв., тим часом у Відні вже сливе година, у Петербурзі вже сливе 2 г. Земля обертає ся в напрямі, показаним на нашій малюнку стрілами, і з відси повстають поочередно усі години в усіх сторонах.

Коли ми захочемо обіхати земну кулю з заходу на схід, випередимо сонце на 1 день і повернувши в те саме місце приміром в понеділок, побачимо, що тут ще неділя. Коли їхати на вкруги світа зі сходу на захід, буде навпаки.

Сей добовий рух землі дає нам міру часу. Їго довгість поділено на 24 рівні частини і названо їх годинами; кожду годину розділили на 60 хвилин, кожду хвилину на 60 секунд. Коли-б земля не обертала ся, не було-б і часу. У безмежнім просторі нема часу. Астрономія утворила час і мірить єго.

Але земля не обертає ся просто, а трохи в похиленім положеню. Коли-б вона обертала ся просто, по всіх сторонах день і ніч однаково мали-б по 12 годин. А що вона обертає ся в похилім положеню, то в тих сторонах, що їм при обертаню землі доводить ся зробити більшу частину добового обороту на освітленім сонцем боці, дні будуть довші, і навпаки в тих, що пробігають на освітленім сонцем боці маленьку частину круга, дні будуть коротші.

Кожний легко се зрозуміє, розглядівши рисунок ч. 7, а ще красше ч. 8, бо на сему

великому малюнку виразно видно, які наслідки дає сей нахил.

Завважмо ще, що земля обертаючись навкруги сонця в часі одного року, удержує все те саме похиле положенє. З сього виходить, що сторони, які у певні часи року мають найдовші дні, через шість місяців будуть в протилежнім становищу, і тоді у них дні будуть найкоротші.

З того похиленого становища землі при обертаню повстають зміни року і підсоня: Літо настає в кожній півкулі тоді, коли сонце освітлює бігун північної півкулі, і тоді у нас починає ся літо. В сей саме час на полудневій півкулі зима. Шість місяців згодом, 21. грудня навпаки: у нас зима, а на південній півкулі літо. Ще й тепер є люди, які хибно думають, що полуднева півкуля теплійша від північної, а буля навіть поети, що звали полудневий бігун пекучим. Справді-ж найгорячіший пас земної кулі лежить по сей і по той бік екватора; сонішне проміне паде на него сливе вертикально. Єго й звать горячою полосою. Звідси дую теплий вітер на умірковану полосу, північну і полудневу; таким робом для нас сей теплий вітер дме з полудня, для мешканців полудневої півкулі приходить з півночі:

На рисунку 9 показано розклад сих полос на земній поверхні.

Через те, що земна куля рухає ся в просторі з осею, похиленою на $23^{\circ} 27'$ від вертикальної до площі її обороту, навкруги сонця, то сонце сьвітячи в часи рівнодення, себто 21. цвітня і 21. вересня просто над екватором, потроху далі відхиляє ся, щоб досягти $23^{\circ} 27'$

північної широти 21. червня, і $23^{\circ} 27'$ південної широти 21. грудня. На с'єм просторі, між $23^{\circ} 27'$ північної і $23^{\circ} 27'$ південної широти лежить пекучий пояс. Круги, що начеркнені на земному ільобі на с'єм віддаленю від рівника, звать ся зворотниками.

З 21. червня сонце осьвітлює північний бігун на просторони в $23^{\circ} 27'$ ($66^{\circ} 33'$ широти) так, що в тім крузі сонце не заходить. А сам бігун зістає осьвітленим через 6 місяців. Так кождий бігун по черзі то осьвітлює ся сонцем через 6 місяців, то стілько-ж часу не бачить его зовсім. Кола, що намальовані на ільобі на відступі від кождого бігуна на $23^{\circ} 27'$ звать ся бігуновими колами, а країни, що лежать в середині тих кіл звать ся бігуновими поясами; се ті безщасні краї, де сливе півроку тягне ся ніч, а в другу половину року вони мають тільки скісні проміня блідого сонця, що підбиває ся спірально над похмурим овидом і холодно висьвічує на крижану пустелю бігунових країн.

Щоб доповнити наші геометричні знаня про земний ільоб завважмо, що для визначеня географічного положеня цілий екватор поділено на 360 частин, що звать ся ступенями. Кола, що обходять навкруги земної кулі в напрямі від бігунів до рівника, звать ся колами довготи, або полуденниками. Їх рисують на ільобі в напрямі з півдня на північ, і числять у той і у другий бік від полуденника, що бере ся за точку виходу. Колами широти звать ся кола, що рисують їх рівнобіжно з рівником, від него до бігунів; для сих кіл взято $90^{\circ} : 0^{\circ}$ на рівнику і 90 на бігунах. Кола широти роблять ся все менш, що близше до бігунів, тим часом як

кола довготи, або полуденники усі однаково великі, обходять навкруги увесь гільб і кожний з них має 40,008.000 метрів.

Пересічна довжина дуги в один ступінь на полуденнику має 111133 метрів. Позаяк земля не зовсім кругла, а трохи сплюснена біля бігунів (на $1/292$), то дуга полуденника в один ступінь трохи коротша біля рівника — 110563 метра — і трохи довша біля бігуна — 111707 метрів.

Коли звернемо ся до широти, то вбачимо, що довгота дуги одного ступеня швидко поменшує ся, починаючи від рівника до бігунів, особливо в бігунових краях. На рівнику вона має в собі 111324 метри, на 45° широті — 78853 і тільки 19396 метрів на 80° ступені широти.

Обсяг землі, що має 40,007.764 метрів здовж рівника, на широті Парижа ($48^{\circ} 50'$) має тільки 26,350.000 метрів. Тим то, щоб вповнити добовий оборот навкруги земної осі, певна точка на рівнику рухає ся з швидкістю 464 метри у секунду; швидкість-же на широті Парижа тільки 305 метрів у секунду. На самім же бігуні вона рівнає ся нулі.

З сього ми ще бачимо, що на широті Парижа досить віддалити ся на 395 м. на схід або захід, щоб мати різницю на секунду у одну годину. На відступі 610 м. різниця буде в 2 секунди; 915 м. — у 3 секунди. Сонце перебігає географічну Францію від Оксана до Рена в 49 мінутах. Швидко летять години, теж і дні, і роки. *Fugit Hora!* казали стародавні соняшні годинники: час біжить і не вертає ся!

Час обороту землі навкруги осі рівнає

ся 23 годинам, 56 хвилинам і 4 секундам, або 86164 секундам. Але звичайно кажуть, що він має 24 години і ось через що:

Обертаючись сама навкруги себе, земля в той самий час обертає ся навкруги сонця; значить вона пересуває ся в напрямі дуги кола. В часі 86164 сек. свого добового обороту вона трохи посуває ся на своїй дорозі навкруги сонця. Подивімось на 10 рисунок. На першій лівій гльобі полуденник А як раз вертикальний до сонця. За 86164 сек., коли земля оберне ся навкруги себе і трохи посуне ся уперед по дузі кола, як бачимо на правій гльобі, полуденник А. верне ся до першої точки, він буде рівнобіжний до першого полуденника: тоді та сама зоря пройде через полуденник. Але сонце, що містить ся в осередку річного руху землі, буде трохи ліворуч від зорі, і щоб той самий полуденник А. став знов як раз проти сонця, землі прийде ся ще трохи повернути ся в часі трох хвилин і 56 секунд. Значить соняшна доба, що кермує житєм, має точно 24 годин. Але зоряна доба, або довгота обороту землі навкруги своєї осі має тільки 23 год. 56 хв., 4 сек.

Ми вже сказали, що земля обходить навкруги сонця здовж величезної орбіти, що її вона повинна пройти в році. Щоб пробігти сю орбіту, віддалену від сонця на 149 мільйонів кілометрів, землі потрібно 365 день, 6 год., 9 хв. і 9 сек. Період сего обороту зве ся зоряним роком. Але подібно до того, як вигоди життя присилували віддати перевагу перед зоряним правдивим днем соняшному дню, бо в основі ніхто ніший, як сонце кермує нашим житєм, так само цивільний рік не реу-

лює ся сим точним оборотом землі. Кожного року один дуже повільний коловоротний земний рух, що зве ся упередженем рівнодення і виповняє ся не менш як у 25870 років, відсуває щорічно точку рівнодення більш менш на 20 хвилини і тим самим відсуває зміни року, що їх цикль і становить на практиці наш правдивий рік. Сей цивільний рік має 365 дн., 5 г., 48. хв. 46 сек.

Спх 5 г., 48 хв., 46 с. приспували зробити неоднакові роки — з 365 і 366 днями; сей послідвий з 366 днями буває що четвертого року з винятком деяких років, що припадають на початок нового століття; сі роки за для можливо більшої точности не бувають переступними; приміром 1900 рік не буде переступним. За сим винятком сливе усї роки, що їх число ділить ся на 4, будуть переступними, наприклад: 1888, 1892, 1896 р.

В часї сего рокового обороту навкруги сонця на відступі 149 мільонів кильометрів, земля перебігає 930 мільонів кілм. з корістю 106.000 кильометрів в годні, або 29.500 метрів в секундї. Виходить, 930 мільонів кильометрів треба перебігти у 365 д., 6 г., 9 хв. Земля жене, летить в просторі з скорістю 2,544.000 кильом. на день, або 106.000 км. на годну, або 29.500 метрів на секундї! Ся швидкість одинацять сот разів більша, ніж швидкість гарматної кулі.

Як можна уявити собі таку швидкість, що переважає більш ніж 1000 разів швидкість поїзду express. Ми її не чуємо, бо земна куля, як і все инше в безмежнім небеснім просторі рухає ся без шелесту, без тертя. Її рух спокійнійший від руху човна на

тихій поверхни ріки, спокійніший від руху гондолі на лягунах Венеції, від руху бальона в блакитних рівнинах тихого воздуха. При таких умовах пересування, фізично неможливо відчувати рухи землі. Ми навіть не можемо й бачити їх. Все, що кругом нас, пересуває ся разом з нами і все воно нерухоме відносно до нас. Атмосфера, хмари, все йде з нами в однім загальнім акорді. Значить, ми ніяким робом не можемо відчувати рухів землі. Тільки спостереження над зоряним небом, що не бере участі в нашім руху, обчислення, та розум в ті способи, до яких звертаємо ся, щоб пізнати дійсність і зрозуміти її.

Щоб побачити рухи землі, щоб відчути величність їх, треба було-б уявити себе не на землі, а поза нею, недалеко від орбіти її обороту в абсолютнім просторі. Тоді побачили-б ми, як вона наближає ся здалека, маючи вигляд зорі, що все побільшує ся. Вона скоро наближала би ся до нас і здала ся нам схожою на місяць. Далі все побільшуючись, вона пробігла би з страшенною скорістю перед нами, мов-би желізничий поїзд. Але у нас ледви хопило-б часу, щоб пізнати її, розібрати, де суша і де море на її кулі; вона промайнула-б перед нашими здивованими очима неспогоданою швидкістю і полетіла-б далі, все зменшуючись і все віддаляючись у просторі. Її швидкість 1100 разів більша ніж швидкість поїзду express. А що поїзд express 1100 разів біжить швидше ніж черепаха, то якби ми поклали поїзд здоганяти землю у просторі, се булоб те саме, як би черепаха захотіла здігнати поїзд.

І ось ми живемо на сій кулі, що має три тисячі миль у прогоні, живемо подібно до по-

рошинок, що поприлипали до гарматної кулі, яка летить у просторі.

Коли наші читачі добре зрозуміли все те, що ми сказали про швидкість рокового обороту землі навкруги сонця, про її добовий оборот навкруги своєї осі, про її відокремленість, сферичність і її цілковиту подібність до інших небесних куль, що так само, як і вона тяжать до того самого огнища, тоді вони мають розуміти дійсного положення речей, вони бачуть і відчують все те, що діє ся; з того часу вони знають — раз на все, що земля є ніщо інше, як небесна куля, що ми живемо на ній, так як от могли б жити приміром на Венері або на Юпітері, і що ми тільки пасажиринь сього небесного судна, що плаває в небі.

Зорі наповнюють увесь простір навколо і в день і в ночі. Але щоб бачити їх голим оком конче потрібна темнота, потрібно щоб атмосфера не була освітлена сонячним світлом. Тим то ми бачимо зорі тільки в ночі. Тоді нам здає ся, що вони сходять на східнім краю неба, досягають певної висоти на небі і заходять на західнім краю. Се велике і величне видовище зоряного неба дало людям можливість утворити астрономію, стати вище за того, що тільки здає ся, і відкрити закони, що кермують всьєсвітлом.

Якби не було ночі, ми ніколи нічого не дізнали-б ся. В таємничих глибинах простору блищать тисячі променистих точок різної величини. Їх видимі сполучення в співзір'я, їх поява у ті самі часи року, їх відвічна незмірність і сей величний вічний пересув цілого небесного склепіння — все се з перво-початку світа дивувало перших людей. Вони питали

себе, що то є сі сьвітляні точки, що висять над їх головами; вони сполучали їх зі змінами року, з роками, що ними, здавалось, вони кермували, і питали у них про тайни людської долі. Потім їх почали висліджувати, відкрили особливі рухи планет, що мов снують ся по під зорями; досягли того, що довідались, що сі планети обертають ся як і наша земля на вкруги сонця і що земля, є не що инше як блукаюча планета. Пізнійше пішли ще далі, змірили докладно віддаленя, що відділяють нас від місяця, сонця, планет і зір, не вважаючи на їх віддалене від нас. І що далі, то все більш могутні в своїх побідах над всесьвітом, люде досягли того, що зважили сі небесні тіла так само, наче-б вони могли їх причепити до кільця динамометра і відкрити їх фізичну і хемічну будову. І так поступенно, непомітно чудова Уранія, цариця усіх наук, винесла людську думку на престол, звідки вона панує над незмірним гуртом всесьвітного творива.

VI.

Нове око людськості.

Оптичні інструменти і обсерваторії.

Ми справедливо подивляємо винайдене глядної труби, але разом з тим нам може бути чудно, що вона не була вигадана вчаснійше. Шкло уживає ся вже більш, як три тисячі років. Я памятаю, що бачив у вірменськiм монастирі сьв. Лазаря, на острові такої назви, біля Венеції єгипетську мумію, що їй було не менш як три тисячі років; вона була уся загорнена у тканину з дрібненького, блакiтного,

шкляного нампста. Так само я був здивований, коли на руїнах Помпеї знайдено шкляний посуд, що існує вже більш як вісімнацять віків. — На руїнах Ніневи найдено кристаль кварцу шестякутний дву-опуклий; се був орнамент оброблений на точилі, або яким иньшим подібним способом, і мав форму сочевиці. І сьому шклу більш як чотири тисячі років. Арістофан, Пліній, Сенека, Плутарх згадують про скло, що його вживали і Римляне і Греки. Арістофан у своїй комедії „Оболоки“ пропонує жартуючи навіть науковий спосіб, як заглядати сліди своїх довгів: треба тільки сконцентрувати за помічю шкляної кулі соняшне проміне на квітах, тоді на табличках віск розтопить ся і все, що написано зникне. Угнуті зеркала, подібні до телескопічних, були ще в часах Архімеда. Пліній каже про ізмарагд, виточений, як угнуте скло; сей ізмарагд уживав Нерон, коли дивив ся в цирку на кроваві забави. Окуляри були вигадані в тринадцятім століттю. А про те тільки 1590 р. була зроблена перша глядна труба (Захаром Янсоном, фабрикантом окулярів у Міддельбурзі) і тільки з 1606 р., вона зробила ся загальним майном (дякуючи Ганеови Ліперевви, фабрикантові окулярів теж у Міддельбурзі). Що за повільний поступ людськості.

Ера оптичної астрономії починає ся тільки з 1609 р., коли Галілей, почувши про голяндське винайдене, зробив в Італії першу глядну трубу і звернув її на небо. Несподівані винайдення були нагородою за його допитливість, перед його здивованими очима з'явились гори на місяцю, плями на сонцю, сателіти Юпітера, фази Венери, зорі молочної дороги. Ся труба

була сьвято захована і тепер вона в Фльорентійській Академії.

Без шкла цивілізація не доступила-б ся до нашого північного підсоня; дякуючи тільки одному йому, можемо жити у захисті від холоду, вітру й негоди, маючи разом з тим дневне сьвітло, соняшне тепло і можливість обсервувати природу. Шкло уможливило фізичні проби за помічю барометра і термометра. Шкло утворило два нові оптичні органи сучасної людськості: мікроскоп, що відкриває нам все незмірно мале, і телескоп, що переносить нас до незмірно великого. Наука сливе цілком уся обовязана прислугам сього розтопленого піску, сеї маси, що зве ся шклом. Чиста прозора субстанція! розум мислителя дивить ся на тебе з симпатією, бо ти була більшим добром для людськості і користнійша для поступу людського знання, як усі преможні і монархи вкупі.

З часів Галілея наука і оптична штука ішли безупинно до свого удосконалення, спершу в XVII віці повільно, далі з половини XVIII століття швидше і з особливим поступом в останній половині століття. Удосконалення інструментів просто таки спустили висоту небес на досяг людського прозору, або краще кажучи сї удосконалення приближили до наших очей усі другі сьвіти, так наче-б ми справді могли покинути землю і перелинути на сї небесні кулі. Ми бачимо голим оком планети, як звичайні блискучі точки. без виразного окрислення. Коли-ж ми побільшимо їх, вони виразно роблять ся кружками. Побільшити предмет, або його приблизити — се однаково з розгляду геометричного. Приміром людина стоїть далеко в полі: голим оком відзначаємо тільки точку,

рухому, коли людина починає йти; коли на сю точку направити глядну трубу, вона побільшує ся 10 разів, і сего буде досить, щоб в тій точці вгадати людину; те-ж саме було-б, коли-б ми наблизились до сеї людини на $\frac{9}{10}$ просторони, що лежить між нами і нею. Значить, коли вона була від нас на 4 кільом., тепер буде на 400 метрів. Побільшене в 20 раз наблизить її ще подвійно, то-б-то на 200 метрів; побільшене у 40 разів наблизить до нас сю людину так, наче б вона була на 100 метрів від нас. Для людей короткозорних, що розбирають предмети на певних віддаленях дуже невизначно, таке наближене, або побільшене ще більше потрібне.

Коли ми зрозуміли, що видима величина річей залежить від того, як вони є завдальшки від нас, то в таким разі маємо точне розумінне першої засади оптики. Якби ми поставили вертикально перед себе однометрову лїнію, вона нам здала-б ся тим меншою, чим дальше стояла-б від нас; на 100 метрів вона була-б 2 рази меншою, ніж на 50 м.; на 200 м. 2 рази меншою, ніж на 100 і 4 рази меншою, ніж на 50 м. Коли-ж ми приблизимо її на половину її віддаленя від нас, вона здає ся подвійно більшою.

Пересїчне віддалене місяця від нас — се 38.4000 кільом. (воно трохи змінє ся, бо наш сателїт обходить нас не по круглїй орбітї, а по елїптичвїй). Значить, коли за помічу оптичного інструменту побільшимо кружало, місяця так, що він нам видасть ся подвійно ширшим в прогонї від того, який ми бачимо голим оком, осягнемо такі самі наслідки, як тоді коли-б нам повело ся зменшити віддалене

місяця від нас на половину, себ то коли-б ми його могли побачити на 192.000 кільом. від нас.

Місячне кружало побільшене 100 разів покаже нам місяць таким, яким би він був на віддаленє 3840 кільом.; побільшене 1000 разів — таким, яким він є на 384 кільом., а побільшене 2000 разів — яким він є на 192 кільом. від нас. При побільшеню у десять тисяч раз він нам здає ся таким, яким-би ми його побачили тільки на 38 кільом. від нас!

На жаль побільшуване сих оптичних інструментів має свої границї і цілком зависить від виміру і удосконалення самих інструментів.

Найсильніші оптичні інструменти за нашого часу є:

1) Великий екваторіяль обсерваторії гори Гамільтона біля Р. Франціско у Калїфорнії, збудований в 1887 р.; його сочкувате скло має 0,97 м. у прогонї, а єго довжина має 15 метрів; він може побільшувати 2400 разів.

2) Великий екваторіяль обсерваторії в Ніцеї, збудований у 1887 р.; його сочкувате скло має 0,76 м. у прогонї, а довжина його 18 метрів; він може побільшувати у 2000 разів.

3) Великий екваторіяль Пулковської обсерваторії біля Петербурга, подібний до попередного і збудований теж в 1887 р.

4) Великий телєскоп, що 1862 р. спорудив англійський неїоцьянт Лясель; се один з найкращих, що коли-небудь існували; єго зеркало має 1,22 м. у прогонї, а довжина 11,40 м.; будівничий сего телєскопу зробив багато чудових винайдень. Вже декілько років, як він помер і його інструмент розібрали. Сей інструмент міг побільшувати 2000 разів.

5) Великий телескоп обсерваторії в Мельбурні; його зеркало, як і попереднього, має в прогоні 1,22 м. (4 англійських футів); його довжина 9 метрів; функціонує від 1870 р. у Мельбурні. Оптична сила така сама, як і попереднього. При с'їм завважимо, що телескопи різняться ся від глядних труб тим, що мають обовязково зеркало замість сочкуватого шкла. У глядні труби дивлять ся на зорю через сочкувате шкло; в телескопи — бачать її відбитою в зеркалі. Коли і телескоп і глядна труба одної міри, перший всетаки, яко оптичний інструменть слабший від труби. На рисунку 11 подаємо велику глядну трубу обсерваторії гори Гамільтона, на рисунку 12 великий телескоп Ляселя.

Для більшої вигоди і практичности глядні труби (теж і телескопи) улажені так, що їх мож звернути на кожду точку на небі, а годинниковим механізмом їх можна задержувати весь час на певній зорі, що потроху пересуває ся відповідно добовому рухови небесної сфери. Ми бачили в попереднім розділі сеї книги, що сї видимі добові рухи бувають справді від обертаня землі навкруги своєї осн і що сї рухи відбувають ся рівнобіжно рівникови. Здає ся, що зорі що дня роблять на небі кола, відповідні до наших кіл географічної ширини. Сї кола звуть ся колами небесного нахилу; вони рівнобіжні небесному рівникови. Через се й інструменти, збудовані для таких спостережень, звуть ся екваторіялями.

Велике сочкувате шкло у глядній трубі зве ся об'єктивом, а маленьке, що перед ним містить ся, окуляром.

Ось теоретичне поясненє одного з тих інструментів: На верхнім кінци глядної труби ставить ся сочкувате опукле шкло. Коли звернемо трубу на зорю АВ (рис. 19), то її промінї, переходячи крізь опукле шкло, перехрестять ся, продовжать ся в трубї і в точці аб дадуть перевернений образ зорї АВ. Маленьке сочкувате шкло, що править тут за окуляр, поставлено так, щоб доповняти сей образ аб і представляти його оку обсерватора так, начеб він містив ся на просторони від А' до В'. Таким робом зоря АВ здаєть ся нам збільшеною до величини лїнії А'В'.

Пункт аб, де складає ся образ, є огнище об'єктива, а віддалене від об'єктива до сеї точки зве ся віддаленем огнища

Теорія телєскопа значно ріжнить ся від сеї. Через те, що етимольогія слова телєскоп значить „бачити здалеку“, се назвище давало ся спершу усім інструментам, призначеним до обсервації далеких річей; але здавна вже почали уживати слово „глядна труба“ для тих інструментів, що були з сочкуватим шклом, а „телєскоп“ для тих, що мали зеркала. А про те ще й досї в Англії і ті і другі інструменти звуть ся телєскопами, а коли хочуть показати ріжницю між ними, то перші звуть ся рефракторами, а другі рефлекторами; сї назви залежать від ріжнвці в відбиваню проміня сьвітла. Крім того слова „телєскоп“, „телєскопічний“ вживають ся тоді, коли описують спостереження над тими зорями, що їх голим оком не мож бачити.

У телєскопі, властво кажучи, головну ролю відограє не сочкувате шкло, а зеркало. Воно містить ся у долїшній частинї телєскопу,

себто в тій, де міститься окуляр у глядній трубі. Верхня-ж частина труби телескопу -- вільна. Є, як бачите, чимало різниці в будові і в формі між глядною трубою і телескопом.

Рисунок 14 подає в профілю телескоп системи Ньютона. На ній можемо зрозуміти, яким робом відбиває ся тут предмет, що ми його спостерегаємо. Угнуте зеркало М міститься на самім споді труби; проміня А і В йдуть від зорі, падають на зеркало М., відбившись у ньому, падають на маленьке плоске зеркало Т, що міститься в середині труби, нахилене на 45° ; над ним у маленькій боковій трубі прироблено окуляр, через який око бачить образ предмету. Щоб дивити ся в телескоп такого устрою, становлять ся не біля одного з кінців інструменту, як у глядної труби, але з боку.

Зеркала телескопів довго робили з металю, подібного до бронзу. Щоб вони краще відбивали проміня, багато разів пробували змінити пропорцію мішанини; але що з сими металічними зерками дуже не легко було поводитись, телескопи зовсім були занедбали. Але коли французський оптик Фуко́ додав до сумішки металів ще й скло, їх знову почали уживати, бо через се вони зробились багато вигідніщими і дали кращі оптичні результати.

Уперше ідею телескопа ми стрічаємо в творі, надрукованім у Ліоні в 1652 р. Зукхіусом, де він каже, що ще 1616 р. він зрозумів проєкт сего інструмента. А про те тільки в 1663 році з'явив ся докладний опис телескопу; його подав англійський вчений Джеймс Грегорі. Десять літ пізніше Ньютон збудував свій телескоп иньшої системи. Більш як сто ро-

ків по тому Вілям Гершель спорудив правдивий монумент астрономії, збудувавши своїми власними руками найсильнішій оптичний інструмент, який в той час міг існувати.

За наші часи обсерваторії заосмотрені усякими інструментами, глядними трубами, телескопами, що і механічно і оптично приладнані до різних дослідів і відкрить. Найчастіше уживає ся екваторіяльно-глядна труба. Вона звичайно містить ся під банею, що може повертатись і має трап, що відкриває ся під банею на версі бані, і може зіставатись отвором, доки інструмент направлено на небо.

Вартість інструменту не залежить єдино від його розміру. Розуміє ся, чим він більший, тим він сильніший. Але перш над усе потрібно, щоб кривина об'єктива або зеркала була добра; треба щоб образ був дуже виразний. Всі наведені інструменти, належать до найсильніших і найкращих оптичних інструментів. Але є ще й інші, багато менчі від попередних, а проте однакової з ними оптичної вартости. Такі приміром в обсерваторії у Ніцеї два головні екваторіялі: у першого сочкувате скло має 0,76 м., у другого 0,38 м., себто у двоє менш; їх оптична сила сливе однакова. Екваторіяль Мільонської обсерваторії має 0,22 м., у прогоні, а про те його сила така велика, що за помічю його були зроблені такі тяжкі відкриття, як великими інструментами. Але треба завважити, що хоч вартість інструмента є дуже цінною його прикметою, а все-ж таки око обсерватора є першою причиною усіх відкрить. І часто мож сказати: яка людина, такий інструмент.

VII.

Система сьвіта.

Все те, що ми доси сказали, повинно було упевнити, що земля є не більш, як планета, що обертає ся навкруги самої себе і навколо сонця. Після такого першого найголовнішого над усе кроку можемо без помилок зрозуміти величність всесьвіта, довідатись про віддаленя між ріжними сьвітами і перш над усе можемо зрозуміти становище нашої планети в соняшній системі, і головні засади небесної механіки.

Сонце панує в самім осередку системи сьвіта, а гурт планет гармонійно тяжить до него. Земля є третою провінцією сонішного царства. Між нею а сонцем містить ся Венера і Меркур, а за нею далі Марс, Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун. Для більшої ясности подаємо таблицю соняшної системи, де за одиницю віддаленя від сонця возьмемо льє, що завдовжки у чотири кілометри, бо число 4 разів менше легше вдержати в голові.

Нарис соняшної системи :

Планети.	Віддаленє від сонця в міліонах льє	Час обороту навкруги сонця
Меркур	15	88 день
Венера	27	225 —
Земля	37	365 $\frac{1}{4}$
Марс	56	1 рік 322 дні
Дрібні планети	від 70 до 160	від 3 до 7 років
Юпітер	192	11 років 315 день
Сатурн	355	29 — 176 —
Уран	710	84 — 87 —
Нептун	1110	164 — 281 —

Отсе й буде найпростійший варис розкладу планет по їх віддаленням. Щоб лекше їх зятимти, їх звичайно ділять на два гурти, по 4 планет в кождім, а між двома гуртами містять ся дрібні планети. 4 перші планети менчі, чотври другі дуже великі. Всі ті планети на таких віддаленнях від сонця обертають ся навкруги нього, а само сонце відносно них стоїть нерухомо в осередку всіх орбіт. Найблизшому до сонця Меркурови треба тільки 88 день, щоб обійти навкруги сонця, в той час, як найдальшому Нептунови потрібно 165 наших років. Ріжниця в довготі обігу планет залежить не тільки від того, що відповідно їх віддаленю від сонця, їм доводить ся пробігати все більшу просторонь. Ся ріжниця залежить ще і від зменшеня руху планет відповідно віддаленю їх від сонця; що далі від нього, рух їх робить ся все повільнійший, бо соняшна сила впливає на небесні кулі все менш, що далі вони від осередка. Отсе одна з перших і головних засад небесної механіки.

Щоб добре його зрозуміти, нам треба дещо знати про силу і величину сонця. Перш над усе, чи можемо уявити собі 37 мільонів лье, що відділяють його від нас? Трицять сім разів треба узяти чотври мільони кільометрів! Якби можна було пустити по сій дорозі поїзд експрес, що пробігав би у годину по 60 кільометрів, нігде не зупинюючись, він прибув би на місце за 149 мільонів хвилин, або за 103.472 днів, або за 283 літ. Як багато-б людських поколінь змінило ся за часи сеї довгої мандрівки! Для того, щоб здаватись нам, не вважаючи на своє страшенне віддалене від нас, таким великим, яким ми його бачимо, для сонця

в дійсності повинно бути кольосальним. І справді, прогін його 108 разів більший від прогона землі.

Уявити собі сю велетенську кулю, що висить в порожнечі і що 108 разів переважає землю, уявити її собі просто неможливо! Сей величезний сьвіт має у прогоні 345.000 лье, а кружінь його більш мільона лье. Поверхня його 12 тисяч разів більша від поверхні землі, а його об'єм 1,270.000 разів більший від об'єму землі. Треба-б було більш мільона планет, подібних до землі, щоб спорудити сонце. Щоб краще порозуміти всю великість сонця проти планет, треба тільки подивитись на рисунок 15.

Сю величезну кулю зважили і змірили астрономи, і ми тепер знаємо, що вона 324.000 разів важча від землі. Коли на одну дошку терезів положити сонце, то на другу-б нам прийшло ся покласти 324.000 земних куль, щоб зрівноважити терези. Ся фантастична вага має 1879 октільонів кільограмів:

1879.000,000.000,000.000,000.000,000.000.

Одним з перших природничих законів є закон про всесьвітнє тяженє. Всі тіла в природі обопільно притягають ся і все з більшою силою, що більше тої маси, з котрої вони зложені. Притяганє тіла прямо пропорціональне масі, або вазі його. А що сонце 324.000 разів важче ніж земля, воно її притягає до себе з силою, 324.000 разів більшою від сили, з якою притягає до себе земля. Коли-б земля була така важка, як сонце, вона притягала-б все до себе з такою силою, як і сонце; тоді ми не могли-б ходити по землі: один кільограм важив би на ній 340.000 кільогр.! Се притяганє

зменшує ся помірно до того, як побільшує ся просторонь між тїлами. Поверхня сонця віддалена 108 разів далї від його осередка як поверхня землі від свого. Значить, притяганє сонця, коли-б воно було однакової ваги з землею, повинно би бути менше від притяганя землі 108 у квадратї раз, себто 108×108 раз. Перше думали, що сонце притягає землю з силою 324.000 разів більшою, ніж сила притяганя землі; тепер бачимо, що, позаяк осередок його 108 разів дальше від його поверхні, як осередок землі від своєї, сила його притяганя зменшує ся 108×108 разів. Значить, дійсна сила його притяганя буде $324.000 : (108 \times 108) = 27$, т. є. вона тільки 27 разів більша від сили притягана землі. Але й се сила страшенна. Як би кільограм з землі перенести на сонце, він важив-би там 27 кільограмів; звичайна людина важила-б там 2 тисячі кільограмів і не то що не витримала-б своєї власної ваги, але зараз-же була-б розбита на безліч частин, так начеб її потовчено в ступі! Кожда річ падала-б там з корістю 134 метрів на секунду: така там ттрашенна сила притяганя! Така велика енергія сього кольосального огнища! Сонце одно важить 700 разів більше як планети, всі сателіти, усі комети, усі вкупі сьвітла його системи!

І власно ся дивна сила примушує рухатись усю систему. І подібно до того, як рука, що держить процу, силує камінь обертатись з скорістю, зависимою від енергії самої руки, так і скорість обороту планет по їх орбітам, зависить цілком від соняшної енергії. Містяться в осередку планетних орбіт, сонце є і рукою, що їх держить і кермує в просторони, і огни-

щем, що їх гріє, і світочем, що дає їм світло, і невичерпаним жерелом їх життя і їх красн. Воно є правдивим серцем сього величезного організму. Примушуючи планети обертатись навкруги себе, воно надає кожній з них силу руху пропорціонально до віддалення від него, таку силу руху, яка потрібна, щоб повсякчасно піддержувати їх рівноважність, щоб перешкодити їм попадати на сонце і разом віддалити ся від нього. Якби сей наданий планетам рух був хоч трохи повільніший, його було-б за мало, щоб розвинути відосередню силу, і планета-б наблизилась до сонця, щоб помалу впасти на нього, роблячи все вузчу спіраль; коли-б сей рух був трохи прудчійший, він розвинув би велику відосередню силу, і тоді планета відійшла-б від сонця, потроху все віддаляючись по спіралі, яка-б що далі більшала. Але се не може бути. Планети сї, дочки сонця, відлучившись від рівникової частини соняшної туманности, не втратили сеї живої сили, що надано їм з роду. Вони корять ся, як і корились свому батькови і лишаются під безпосереднім його урядом. Сили природи силаі, закони її незмінні. Становище соняшної системи цілком зависить від сонця — воно її творить, воно її держить. Коли-б сонце було двічі важче, воно було-б двічі сильніше; планети тоді кружляли-б швидше, і наші роки були-б коротші. Якби воно, навпаки було лекше, земля і иньші планети плавали-б з меншою швидкістю, і наші роки були-б довші. Таким робом усім кермує тільки сила сонця.

Планети роблять навкруги сонця не просто круглі орбіти, а трохи еліптичні. Астроном Кеплер, відкривши закони, що кермують сими

рухами, так формулував їх: 1) Планети, обертаючись навкруги сонця, роблять еліпси, що в одному з осередків їх містять ся сонце. 2) Площі, утворені радіусами векторами орбіт, пропорціональні часови потрібному, щоб їх перейти.

Придивім ся якійсь одній планеті в різні доби її обігу і уявім собі на її орбіті дуги АВ, CD, EF, що пробігає планета в однаковім періоді часу, пр. в місяці, або докладнійше в 30 днях (рисунок 16).

Скорість руху планети міняє ся відповідно до свого місця на орбіті. Планета іде середною скорістю, коли вона на середнім віддаленю від сонця в АВ. Коли вона, наблизившись до сонця, буде в CD, її скорість побільшить ся. Коли планета віддалять ся до точок EF, вона йтиме багато повільнійше. Значить рух землі по її орбіті неоднаковий: вона йде багато прудчійше в часи свого перігелія (січень) як афелія (липень). Дуги, що планета переходить в однаковий час, будуть все менчі, чим більше віддалене планети від сонця. Але площі, які міститимуть ся між сими дугами і лініями, що проведені від кінців дуг до сонця, є площі будуть однакові. Факт сей гідний уваги. Таким робом землі, щоб перейти від E до F, потрібно стільки саме часу, скільки потрібно, щоб перейти від C до D, хоч перша дуга багато менча від другої. Радіусами векторами і звать ся лінії SE, SF, SA, SB і т. д. проведені від сонця до планети в її різних становищах. Площі, що містять ся між сими радіусами векторами, пропорціональні часови, який потрібний, щоб їх пробігти: вони будуть двічі, тричі в четверо більші. Коли рисунок 16 накрислити на тек-

турі і вирізати сектори, всі три клаптики повинні бути однакової ваги.

Трета головна теза, що її доконче потрібно знати, щоб добре розуміти ці рухи, буде така: 3) Квадрати часу обігу планет навкруги сонця так відносять ся до себе, як куби їх віддалень. Це найголовніший закон, бо він зв'язує усі планети між собою.

Час обігу буде все довший, чим більше віддалене тіла, або чим більший прогін орбіти. Уклад планет, починаючи з сонця, буде однаковий, чи тоді, коли ми порозставляємо планети відповідно їх віддаленням, чи коли відповідно часови, потрібному їм, щоб зробили свій обіг. Але час обігу побільшує ся скорше, ніж віддаленє — між ними нема точної пропорції. Так приміром Нептун 30 разів далше від сонця як земля. Куб сего віддаленя буде $30 \times 30 \times 30 = 2700$. Час обігу Нептуна 155 раз більший від часу обігу землі, а єго квадрат буде $165 \times 165 = 2700$ круглим числом; але щоб мати докладне число, треба брати дробу, бо час обігу Нептуна має не рівно 165 р. Саме те-ж буде і для всіх планет, за всіх сателітів, за всіх небесних тіл. Огже обіг планет навкруги сонця відбуває ся відповідно їх віддаленням від нього. Чим далше вони від сонця, тим повільніше вони кружать.

До сих трех законів, що носять імя Кеплера, що віднайшов їх, можемо додати четверту тезу — вона доповнює і вияснює їх: се закон про притяганє, або всесвітнє тяжінє, закон віднайдений Ньютоном вже по працях Кеплера.

Материя притягає материю просто пропорціонально масі і противно пропорціонально

квадратови віддалень. Коли віддаленє двічі побільшено, притяганє стає четверо менше; коли віддаленє тричі більше, притяганє дев'ятеро менше і т. д.

Отже після усього того, що сказано, ми тепер повинні знати, що в осередку нашої соняшної системи, в осередку планетного руху містять ся сонце. Своєю масою воно притягає другі планети і держить їх навкруги себе не наче-б то у невидимій сітці; з сього притяганя повстає рух планет, відповідний їх віддаленям від сонця. Зрозумівши все те, матимемо ясне і живе розумінє про дійсність і на все залишимо химерну віру у невіджимість землі в осередку сьвіта і дитинячий страх, який могли почувати при думці, що земля нічим не підперта і що вона може впасти! Тепер знаємо, що наша куля плаває в небі.

Зменшенє сили сонця при побільшуваню віддаленя від нього, дає відповідне зменшенє скорости обігу планет на їх орбітах. В той час, як земля проходить по 29.000 метрів на секунду, швидкість обігу Меркура є 47.000 метрів, а Нептуна тільки 5000 метрів на секунду.

Не вважаючи на таку різницю в обігу, всі планети біжуть з такою швидкістю, що коли-б дві з них стріли ся на своїй дорозі, зіткненє було-б над наші понятя: не то що вони розбили бн ся на маленькі шматочки, спорошкували-б ся і одна і друга, але сила їх руху обертала-б ся в тепло і температура зробила би ся такою високою, що вся їх материя обернула-б ся в пару,—все чисто—земля, камінь, вода, рослинн, люде — з усього сього вийшла-б якась неосяжна туманність!

Додамо ще до сього, що багато планет вертають свою дорогу в товаристві сателітів; сателіти ходять навкруги них так, як вони навкруги сонця. Земля має одного сателіта: місяць, що виконує свій обіг навкруги неї в 27 днях. Марс має два сателіти, Юпітер чотири, Сатурн вісім, Уран чотири і Нептун щонайменше одного.

Отже щоб цілком зрозуміти соняшну систему, ми повинні уявити собі в її осередку сонце, сю кольосальну кулю, що обертає ся навкруги себе в 26 днях, — далі планети, що обертають ся в таким самим напрямі, як і сонце і містять ся більше менше в плоскості його рівника; — навкруги планет сателіти з оборотом в таким же самим напрямі — і нарешті комети, що бігають не по круглих, але дуже еліптичних орбітах по всіх напрямках між планетними орбітами. В той самий час, як кожда з сих планет виконує свій обіг, всі вони вкупі з сонцем женуть в просторі до співзіря Геркулеса, у зоряний край, що до його середини ми добіжимо за декілько віків.

Тут подаємо маленьку таблицю, що з неї можна бачити різницю в величині і вазі головних небесних куль, з яких складає ся соняшна система; у сій таблиці землю взято за одиницю.

Порівняня великостей і мас, або вагн.

	Прогони	Обеми	Вага
Сонце	108,5	1280000	324000
Юпітер	11,1	1279	309
Сатурн	9,3	719	92
Уран	4,2	69	14
Нептун	3,8	55	16

Земля	1,0	1	1
Венера	0,99	0,87	0,79
Марс	0,53	0,16	0,11
Меркур	0,37	0,05	0,07
Місяць	0,27	0,02	0,01

Таким робом, коли прогін сонця $108\frac{1}{2}$ раз більший від прогона землі, прогін місяця має тільки 27 сотих або трохи більш чверти прогона землі; тоді як обем сонця 1280000 разів більший від обему землі, обем місяця буде тільки 2 сотих або $\frac{1}{50}$ (докладніше $\frac{1}{49}$) обема землі; і нарешті коли сонце важить 32400 разів більше як земля, вага місяця є тільки сота частина земної ваги. З сеї таблиці бачимо, що є 4 планети більші і важчі від землі. На рисунку 17. можемо порівнати величину сонця з величиною планет: Земля тут має 0,7 м. м. у прогоні, а сонце 75 м. м. На 15. рисунку подаємо плян соняшної системи.

VIII.

С о н ц е.

Ми вже познайомились з тим дневним свѣтлом, з сим огнищем свѣтла, тепла, притягання, свѣтлом, що кермує і запліднює усю систему свѣта. Знаємо також, що ся величезна небесна куля має прогін $108\frac{1}{2}$ разів більший від прогона землі, що вона 1280000 більша в обемі і 324000 раз важча від нашої планети. Тепер познакомились бльзче з його природою і його фізичною будовою.

Нам здає ся, що сей кольосальний горен горить вічним огнем, бо наше житє коротке, а час істнованя сонця числить ся на мільйони років. Але огонь його має свій початок і матиме свій кінець. Звідки він взяв ся? Чим він удержує ся? Коли-б сонце було зложене з земляного вугля, яке горить у чистому кислороді (O), йому-б годї було горіти довше як шість тисяч років. Воно-б згасло ще в доісторичні часи. Три головні причини всі разом удержують сей жар: тиснене самої соняшної кулі, паданє метеорів на його поверхню і продукция теплотї, що повстає з хемічних сполучень. Перша причина має бути найголовнійшою. Ми знаємо механічний еквівалент теплоти. Коли яке-небудь тіло в той час, як воно паде, зупиниши, воно дасть певну скількість тепла, і ся скількість буде однакова, чи коли тіло зупинити при паданю нагло, чи коли поступенно здержувати єго будь-якими перепонами. Коли-ж, а се цілком можливо, соняшна куля є наслідьом згустїня ведичезної туманної маси, що тягла ся спервопочатку по той бік орбіти Нептуна, то сила зупиненого при згущеню молекул руху дала в приближеню 18,000 000 разів більше тепла, ніж дає сонце щорічно (Томсон). З сього вийшло б, що сонце могло-б сьвітити майже через 18 мільйонів років; але через цілий час свого згустїня воно-б було без порівнаня більше і сьвітило-б инакше. З другого боку, коли-б згустїня було одинокою причиною соняшого тепла, сонце, все далї густїючи і стягаючись, повинно б було найпізнійше через пять мільйонів років дійти до половини свого теперішного прогону. А що при такім його розмірі воно зробило б ся густїйше 8 ра-

зів, то обернуло-б ся у плин, і температура його почала бн остілько падати, що за яких десять мільонів років його тепла не було-б вже досить, щоб удержувати жите, подібне до того, яке існує тепер. По сій гіпотезі усе жите сонця, яко сьвітила, не переходило-б за трицять мільонів років. До сеї теплоти, що з'являє ся наслідком згустїня, прилучає ся ще та теплота, що повстає з безнастанного паданя на поверхню сонця великого числа космічної матерії.

Уся теплота, яку випускає сонце що-секундн, дорівнує тій теплоті, яка-б з'явила ся при спаленю відразу одинацяти квадрільонів шести сот тисяч мільярдів тон земляного вугля! Се тепло розходить ся від сонця усїма сторонами. Наша земля, ся малесенька куля, що блукає в віддаленю 149 мільонів кілометрів від сонця, одержує тільки саму незначну частину сього тепла. Як-би уявити навколо сонця, так завдальшки як земля, порожну кулю, і в осередку тої кулі сьвітило-б сонце, то поверхня сеї кулі була б 2 мільярди раз більша від тої частини, що припадає на землю. Земля перепиняє і утилізує для своїх мешканців тільки одну двумільярдову частину соняшного проміня!

Щоб уявити собі, який вигляд має соняшна поверхня, можно порівнати її до поверхні запаленого в келишку цунчу, маючи при тім на увазі, що ся поверхня горячїша від розтопленого човуна, яркїша від громового сьвітла і що її полонїнь висока на сто, двїста і трїста тисяч кілометрів.

Поверхня ся неоднотайно рївна; її блиск не усюди однаковий. Уявимо собі, що Атлантик

в огни, і що він укриває кулю 1,280.000 разів більшу від нашої землі. Ся поверхня, вічно рухома, вічно у хвилях, буде поверхнею рідкого огню. Її хвилі, або краще сказати верхи сих хвиль сліплять своєю білістю, тло-ж троха темнійше. Теж саме бачимо на сонци, коли дивимось на нього у телескоп: воно наче-б то складає ся з блискучих зерен, що відрізняють ся на троха темнійшим тлі. Се нам дуже нагадує сітку. Сі зерна, ні що иньше, як хвилі білого огню завдовжки від 2-х чи 3-х сотень і до тисячи, двох, або й більш кілометрів.

Досить часто на сій сітці показують ся плями, більш або менш великі, темні отвори, що в прогоні завбільшки від декількох тисяч кілометрів до сотні тисяч, а иноді й більше. Щоб дати понятє про вигляд сих плам, подаємо рисунок (18 і 19) одной з найбільше звисних; пляма ся була спостережена і відрисована 14-го жовтня 1883 р.; вона була 7 раз ширша від землі, мала 89,000 кілометрів у прогоні і була видима голим оком. Взагалі соняші плями може кождий бачити і найменшою глядною трубою. Найголовнійша при тім річ поставити окуляр в чорне або темно-синє скло. Мож також бачити їх і на білім аркуши паперу, де вони видіють ся, коли поставимо папір в деякім віддаленю перед окуляром.

Досить обсервувати соняші плями хоч би кілька днів, щоб завважити, що вони пересовують ся. Вони обертають ся разом з сонцем в 26 днях. Се видиме обертанє поверхні сонця не однакове для цілої соняшної кулі: воно швидше на рівнику і поступенно зменшає ся відповідно до зменшеня широти — і се також доказує, що поверхня соняшної кулі не тверда.

На рівнику сонця обертанє снх плям виконує ся в 25 днях і 4 годинах; в 25 днях і 12 годинах на 15-ім степенн широтн, в 26 днях на 25-ім степенн в 27 д. на 38-ім, в 28 д. на 48 ім. Дальше слїдити за сими плямами було неможливо, бо вони йдуть двома більш менш вузкими смугами по оба-поли рівника. Але теорня показує, що обертанє чим ближе до бігунів все повільнїшає, а способн спектрального аналізу не що давно се допевнили.

Завдяки сему обертаню бачимо, як соняшні плями з'являють ся на східнім боці сонця, наближають ся потроху до середини у протягу 7 днів, далї йдуть на захід і, нарешті, за сїм день щезають. 14 днів потому, як пляма щезне, коли тільки вона за сей час не знищить ся, а се буває дуже часто, вона знов з'являє ся на східнім боці сонця. Взагалї кожда соняшна пляма держать ся не більш декількох тижнів. А проте бачили і такі плями, що держались на сонци через чотири або пят соняшних оборотів.

Дїйсний оборот сонця доконує ся в 26 днях, а видиме в $27\frac{1}{2}$ днях, і се через те, що земля обертає ся навкруги сонця в тїм самім напрямі, як і сонце навкруги самого себе, і за час дїйсного обороту сонця вона проходить чотирнацятую частину своєї річної дороги; через се обсерватор, що дивить ся з землі, бачить пляму на сонци довше, як би бачив тоді, коли - б земля була нерухома. Ся ріжниця в дїйснім видимім обороті сонця подібна до тої, яку ми вже бачили поміж довготою дня і довготою обороту землі навкруги своєї осн. Припадає тепер завважити теж саме і про оборот місяця і довготу місяцевого місяця.

Ми тільки що казали про поломінь сонця і прирівняли його поверхню до океана палаючого пунчу. Над ним рухомих океаном, який зве ся фотосферою, або сферою світла (се й є те сонце, що його бачимо голим оком) понад сою сліпучою поверхнею стеле ся тонкий обрус рожевого газу, вогневий обрус, всего від 10 ти до 15 ти кілометрів здовж. Ся атмосфера рожевого пекучого газу зве ся хромосферою. Хромосфера складає ся з газу несподявано високої температури. Тут завсїгди горить водород серед парн желїза, маґну, натрія і масн інших металів. Температура тут така страшна, що елементи тут не з'єднані, а розділені. Приміром кислород і водород не можуть сполунити ся, як у нас на землі, щоб дати воду навіть на взір парн; навпаки їх молекули, як і усіх інших металів, відпихають ся тут від себе, бо сила жару відділяє, сказав-би, відокремлює їх один від одного.

І властиво від сього рожевого прозорого обруса здіймає ся соняшне полум'я — страшенні огневі вибухи, перед якими наші вулкани здають ся холодними незначними горбками. Обсерваторам доводилось бачити, як сї вибухи огню здіймались у декілько хвилин на сто тисяч кілометрів заввишки і зараз-же падали на взір огневого дощу в розпалений океан, що його поломінь ніколи не згасає. На рисунку 20 подаємо вибух соняшної поломіни, який бачили 30-го сїчня 1885 року. Він мав 228000 кілометрів висоти, т. є був 18 разів більший від прогона землі.

Соняшні плями можна бачити просто крізь глядні труби. Вибухи-ж соняшної поломіни, що звать ся протуберансами, хоч трохи й ро-

жеві, але о стілько прозорі, що блиск сонця цілком їх закриває. Щоб бачити їх, послугують ся спектроскопом — се інструмент, зроблений з призми і маленької глядної труби; його звертають саме на край сонця, не займаючи самого края, щоб його блиск не перешкоджував бачити протуберансів; і тоді кождий побачить легку полемінь, що зриває ся по всіх напрямках в найдивніших формах; иноді-ж воно відриває ся і плаває як легкі огневі хмарки.

Усі ті з'явища на сонци не повсякчасні, вони підпадають законам періодичности. Іншими роками бачимо, що сонце вкрите величезними плямами, бачимо страшенні вибухи, бачимо, як зриває ся велитенська полемінь, а иншими навпаки, воно тихе, спокійне, наче віддихає і збирає нові сили для дальшої своєї діяльности. Найцікавійше те, що ці з'явища підпадають певній правильности, певному порядку. Максимум сих плям і вибухів буває приблизно що 11 років; мінімум троха пізнійше як середина сеї перерви. Так послідне максимум було з кінцем 1883 р.¹⁾ значить десятним дробом можно так написати — 1882,9. Попередне максимум було в 1870,9; ще давнійше в 1859,7 і в 1847,8. Послідне мінімум було в 1889,1, а попередні в 1878,9, в 1867,0 і в 1856,2. В такий спосіб маємо:

Періодичність соняшних плям.

		Періоди	
Максимум	Мінімум	Максимума	Мінімума
1847,8	1856,2	11,9 років	10,8 р.
1859,7	1867,0	11,2 років	11,9 р.

¹⁾ Ці дати відносять ся до 92 р., коли була видана ся книга.

1870,9	1878,9	13,0 років	11,0 р.
1883,9	1889,9		

Ся періодичність дуже добра. Не менш добре й те, що періодичности такої діяльності сонця цілком відповідає періодичність в з'явищах земного магнетизму, в рухах магнесової голки і північної заграви.¹⁾

Сонце кермує долею землі. Наше жите, як і кожної живої істоти, кожної рослини залежить від його проміння. У той день, коли воно згасне, наша планета захолопе і зробить ся мертвим кладовищем, укритим темрявою вічної ночі.

В попереднім розділі сеї книжки ми бачили, що земля є планетою, що оббігає щорічно сонце, се жерело світла, тепла і життя, і що й другі планети так само обходять його. Поміж сонцем а землею кружать спершу Меркур, далі Венера. По другий бік землі, одно по одному відповідно до їх віддаленя ідуть Марс, маленькі планети, Юпітер, Сатурн, Уранус і Нептун.

Познакомившись з сонцем хоч в головних нарисах, ми повинні були б звернутись до опису других членів соняшної системи, починаючи з найблизчих до її центра, себ-то з Меркура і кінчаючи Нептуном. Але з одного боку ми почали наш твір землею, і се для нас було перш над усе потрібне, бо ми живемо на ній і з неї дивимось на весьсвіт. З другого боку є небесна куля, для нас досить цікава через

¹⁾ Розмір сеї маленької книжки не дозволяє нам вдаватись в подробиці сего питання. Але їх можно знайти в нашій *Astronomie populaire*.

своє близьке сусідство, через з'явища, які вона витворює при своїх мінах, через ту ролю, яку вона мала і тепер має в календарі, в міренню часу, в морських припливах і т. п. Сею небесною кулею є місяць. Він гідний уваги тільки відносно до нашої планети, яко її сателіт. Марс таких сателітів має два, Юпітер чотири, Сатурн вісім, Уран що найменше чотири і Нептун напевне стільки-ж, а може й більш, хоч поки що знаємо тільки одного з них. Але задля близького сусідства і тих відомостей, які вже маємо про місячну поверхню, з'уважимося на деякий час на місяцю перш, ніж звернемось до других сьвітів.

ІХ.

М і с я ц ь .

Се сьвітло переважно нічне, сьвітло самоти, тишини, таємничости і мрійности. Беручи своє бліде сьвітло від сонця, місяць чемно заступає сего денного бога і наче-б то каже нам, що хоч сонце і заховалось, воно всетаки сьвітить, тільки земля так до него становить ся, що ми його не бачимо. Фази місяця показали зпервопочатку людям, що він має форму кулі, і що те сьвітло, що він його висьвічує на сплячу природу, бере від сонця.

Місяць оббігає землю в часі одного місяця так само, як земля сонце в році. Напрям його обігу слівє таквй самий, як і землі навкруги сонця. Іноді місяць становить ся якраз поміж сонцем а землею і, заслонюючи собою сонце від нас, робить його міну. Іноді навпаки

місяць переходить поза землею і, попадаючи у тінь, що падає від землі у противний від сонця бік, затемнює ся сам, цілком, або тільки частиною; відповідно до сього буває відміна цілого місяця, або тільки його частини. Його фази цілком залежать від його руху, від того, як він стоїть між сонцем і землею. Коли місяць проходить між нами і сонцем, не бачимо його, бо тоді до нас звернена його неосвітлена півкуля. Коли він робить з сонцем протистий кут, бачимо освітленою половину його півкулі — се перша або послідна квадра. Коли він на протилежнім боці від сонця, уся його півкуля перед нами освітлена, і тоді повний місяць сяє опівночи на нашім небі.

На другий день після новомісячя бачимо вечером молодика на взорець тонесенького серпа з-позаострюваними кінцями. Далі кожний день бачимо його у ту саму годину вже трохи лівійш ніж учора; свій місячний оборот, він виконує з заходу на схід. По новомісячю місячний серп що не день, то все ширшає. Коли воздух зовсім прозорий, мож добре розглядіти середину місячного кола, не освітлену сонцем, сірої, або як кажуть попелястої краски. Се й є відсвіт з землі того світла, що вона його бере від сонця.

Місяць біжить навкруги землі на віддаленю 384000 кільометрів по трохи еліптичній орбіті, довгій сливе 2400000 кільом. Сю орбіту він пробігає в 27 днях, 7 годинах, 43 хвилинах, 11 секундах, значить скорість руху місяця більша як один км. що секунди.

Час обігу місяця навкруги землі, зве ся часом сідерального або зоряного обороту, бо се й є той час, який місяць потребує, щоб

повернутись на те саме місце на небі. Коли-б земля була нерухома, ся довгота обігу місяця була-б також довготою його фаз. Але наша планета рухома в просторони і тільки завдяки перспективі здає ся наче-б сонце пересувало ся в противнім напрямі. Коли-ж місяць з кінцем свого обігу вертає ся на те саме місце на небі, сонце вже пересунулось на певну просторонь і, щоб місяцеви знову стати поміж ним і землею, йому потрібно ще більш, як два дни. З сього виходить, що час поміж двома новомісячями має 29 день, 12 годни, 44 хвилин, 3 секунди, і зве ся місяцевим місяцем.

Обертаючись навкруги землі, місяць звернений до нас все одним і тим самим боком.

При першій погляді на місяць у тихий нічний час, коли він висьвічує своїм холодним сьвітлом, не мож не достерегти на ньому якихсь чудних, загадочних образів. Ще тисячу років перед нашим часом, люде помічували сю чудну фігуру, се лице Феба, що дивить ся на землю, і з таких іменно спостережень над місяцем почалась астрономія; спостерегли також, що ся фігура лишає ся незмінною і повстає не з туманів на місяци, але з будови його ґрунту. Дякуючи тому, що сї плями на місяци розложені так, начеб то очи, ніс і рот, перші мапи місяця представляли нам його, яко людське лице. І такі мапи ми знаходимо скрізь у всі віки. Але ся случайна подібність зависить цілком від географічного укладу нашого сателїта, вона дуже мала і зараз щезає, коли дивитись на місяць через телескоп.

Чи може хто з читачів уявити собі, що земля, коли-б на неї дивити ся з далеку, блистїтиме так, як і повний місяць. А про те се

правда. Грунт місяця не білійший від ґрунту землі. Порівняйте у день місяць з сірим муrom, освітленим сонцем, то й побачите, що муr блищить більше. А що робить нашого сателїта блискучим в ночі? Се з одного боку сама ніч, її темрява, а з другого се, що ціла місячна півкуля стиснена в маленький діск. Коли-ж дивитись на місяць через телескоп, його діск здає ся багато більшим, і через се єго блпск зменшує ся. Рівнаючи місячне сьвітло до сьвітла хмар, бачимо, що перше сьвітло не таке ярке. Коли покласти у темній хаті камінь і звернути на нього соняшне проміне, або коли дивитись у почорнену трубу на який краєвид, освітлений сонцем, побачимо, що усе те блищить так само ясно, як і місяць. Ну, а такі порівняня можливі, бо як відомо з засад оптики, ріжниця в віддаленях річей тут не має значіння.

Місяць не білий, а сіро-жовтий. Він нам здає ся білим у день проти блакитного неба. З тих спеціальних проб, які я робив в 1874 і 1875 роках, показало ся, що дійсна красака його сьвітла є мідяно-жовта або мосяжна. Місяць не то що не яркійший від снігу, а навіть темнійший від піску, і сливе одної краски з сірими скелями. Але не скрізь його поверхня однакова; на ній є дуже темні місця, є ще темнійші доли, але є і блискучі як білий сніг кратери.

Ми вже казали, що місяць повернений до землі одним і тим самим боком; а з сього виходить, що за час свого обходу круг землі місяць обертає ся навкруги себе тільки один раз і то не відносно до землі, а відносно до

абсолютної просторони. Оборот місяця навкруги самого себе подаємо на рисунку 21.

Щоб зробити досліди над місяцем, не потребуємо кидати землі. З усіх небесних куль місяць найблизчій до нас. Він сильно з нами звязаний, бо він одної з землею ридни; він супроводить землю при її обороті і його доля нерозривно звязана з нашою долею. І справді що значить ся невелика просторонь 96,0 0 лье, що відділяє його від нас? Се тільки один крок у всьєсвітї; телеграфічна депеша дійшла б туди за $1\frac{1}{2}$ секунди, гарматна куля долетіла б за 9 день, а пїзд-express доїхав би за 8 місяців 26 день. Се віддалене місяця від нас є тільки 385-ою частиною просторони, що відділяє нас від сонця, і тільки стоміліонова частина віддаленя найблизших до нас зір.

Богато є людей на земля, що в своїм жптю пройшли таку дорогу як та, що відділяє нас від місяця!... Щоб злучити сі два сьвіти, досить було б мосту з 30 тн земних куль. Дякуючи такій близькості, знаємо про місяць більше, як про всі иньші небесні кулі. Вже більш двох сот років тому, як зроблено мапу місяця, спершу дуже неточну і невизрачну, далі все з більшими подробицями, а тепер остільки докладну, як і мапа землі.

Се дуже цікава річ оглядати телескопом гори на місяцю, особливо на молодіку, коли сонце осьвітлює їх навкоса, і через се так визрачно відзначають ся їх релефи, а поза ними їх чорні фантастичні тіни. До першої квадрн зубчатини молодіка подібні до рідкого срібла, що висить на вечірнім небі. По всій поверхні місяця порозкидувано багато мов би обручок великих і маленьких, тоненьких і грубих, ве

личних і мікроскопічних; усі вони круглі, але здають ся еліптичними на поверхні кулі, яку бачимо в зменшенім вигляді. Форми сих обручок остільки дивні, що перші астрономи, що бачили їх в XVII століттю потому, як внайденю глядні труби не няли віри своїм очам і не хотіли ті образи уважати за природну річ; вони гадали, що то штучні будівлі мешканців місяця, які могли скласти їх завдяки відмінним умовам місяцевого підсоня. Сам Кешльєр визнавав їх штучність. Тоді не міркували над страшенною величиною сих будівель.

Усі гори на місяцю в середині порожні. Уявимо собі подорожного, що мандрує по місяцю; він бачить тут цілі низки гір, що стоять ся одна на одну; він лізе на одну з них, виходить з великим трудом на її верх і тїшить ся чудовим краєвидом; але він хоче перелізти через верх, щоб спуститись протилежним боком гори; а проте він сього не може зробити: гора не має верху. Замість площини на версі, вона порожня, і її кратер спускає ся ще низче від сумежної долини. Треба значить або спуститись на дно кратера, перейти його, (а воно часто має більш як сотню кілометрів у прогоні) піднести ся знову на протилежний бік сього величезного яру і відтак знов спуститись по його убочу; або краще обійти навкруги сей стрімкий убіч, увесь укритись острими шпильями. Хоч на місяцю мушкули втомлюють ся шість разів менше, як на землі, така мандрівка була б без порівняня важча як найвідважнійші мандрівки наших альпейських туристів.

Висота гір на місяцю вимірена дуже точно (чого не мож. сказати про гори землі).

Найвищі з них мають більш 7000 метрів. Беручи на увагу пропорціональну величину землі і місяця, ми повинні признати, що наш сателіт більш гористий, як наша планета, і що вулкани на ній богато більші, ніж на землі. Коли маємо таку гору, як Горизонкар, найвищу в Гімалаях і на всій землі, гору 8840 метрів високу і рівнаючу ся 1440 їй частинні прогона нашої кулі, то на місяці є гори 7700 м. високі, як приміром гори Дорфеля і Ляйбніца; їх висота рівнає ся 470 частинні прогона місяця.

Що-ж побачимо, коли в думках перелинемо на місяць? З усеї планетної системи се найблизча до нас планета, але-ж і сама неподібна до нас. Уявмо собі усї ті сцени і краєвиди, які були-б навкруги нас, коли-б ми жили на місяцю, і уявмо собі не ті хи-мерні сцени, що їх часто вигадують у фантастичних мандрівках, але дійсні образи, які бачимо, дивлячись на місяць у телескоп, і які справді існують на сій дивній кулі. Сї образи вже бачило око людське і розум людський вже міркував над ними, бо коли ми тихою нічю, залишивши всї сьвітові турботи, направимо наш телескоп на се самотне сьвітло, ми легко можемо у думках перелпнути ту невелику просторонь, яка відділяє нас від нього, і легко уявити себе на місяцю серед тої панорами, що відкриває ся нашим очам через телескоп.

Нїяка сторона на землі не може нам дати розуміня про місячну поверхню: ніде не має такого нерівного ґрунту, таких глибоких щільн наче до самої середини його. Гори тутешні на взірць величезних скель наверхують

ся ідна на одну, а навкруги страшених кратерів підносять ся зубчасті валів, або шпвлясті стовпи скель, які здалеку нагадують на церквах шпилі, що підносять ся з якогось хаосу.

Атмосфера тут немає, або бодай дуже мало і то тільки по глибоких долах, так що її зовсім не знати. Ніколи тут не буває ні хмар, ні туманів, ні дощу, ні снігу. Небо здає ся завсїгди чорним, завсїгди і в день і в ночі успане зорями.

Уявимо себе серед сеї дикої пустелі при початку дня; на місяцю день п'ятнадцять раз довший від нашого, бо сонцю потрібний цілий місяць, щоб освітлити усю поверхню місяця. Від сходу до заходу сонця челять там не менш, як 354 години. Коли ми опинимо ся на місяцю до схід сонця, ми не побачимо світової зорі, бо коли нема тут воздуха, то й не може бути жадної сутїни. Відразу на чорному обрії з'являють ся блискучі стріли соняшого світла і освітлюють верхи гір в той час, як по долинах ще темно. Світ більшає помалу, бо тоді, як в осередкових широтах на землі сонцю потрібно дві з чвертю хвилини, щоб підбитись над землею, на місяцю йому потрібно на се сливе цілу годину, і через се вельми слабе спершу світло, що воно посилає, більшає дуже помалу. Оце й можна назвати зорею, але вельми короткою, бо коли за пів години сонце з'явить ся вже на половину, світло його здає ся нам остільки-ж сильним, як і тоді, коли воно цілком підібе ся над обрієм; сяюче світло підбіває ся повільно, як яке блискуче божество на тлі завсїгди чорного, глибокого, безформного неба, на якому блищать

зорі як у день, так і в ночі, бо тут немає атмосфери, яка-б заховувала їх від нас при дневнім сьвітлі.

Відеутність атмосфери повинна так впливати на температуру, як у нас на землі на високих горах впливає на неї розрідка воздуха, і соняшне тепло, що його задержує звичайна атмосфера, не може тоді зупинятись на поверхні ґрунту і в атмосфері і безнастанно відмігає в простір. Через се повинен бути там завжди страшений холод і не тільки в ночі, що 15 разів більша від нашої, а і довгий соняшний день.

З місяця видно величню планету, якої з землі не бачимо, і яка з місяця здає ся все нерухомою на небі, в той час, як всі інші проходять поза нею. Сею великою планетою є ніщо инше як наша земля. Вона проти місяця уявляє такі самі фази, як і він проти землі, тільки навпаки. В той час, коли ми маємо новика, сонце осьвітляє цілу земну півкулю, звернену до місяця і тоді буває повня землі; за часи повного місяця, земля навпаки обернена до него своєю неосьвітленою півкулею; коли місяць у нас в першій квадрі, земля показує свою послідну квадру і т. д. Рисунок 22. показує нам, який має вигляд земля, коли на неї двити ся з місяця.

Який цікавий вигляд має земля, в часі сеї довгої ночі, що тягне ся цілих 14 діб! Не кажучи вже про її фази, що ведуть її від першої квадри до повної в саму половину ночі і від повної до послідної квадри перед сходом сонця, як-би цікаво нам було її бачити відокремленою, бачити, як вона обертає ся навкруги себе в 24 годинах. О певній годні ми,

приміром могли-б побачити на ній серед величезного зеленастого океану, що тягне ся по той і по сей бік, дві притулені одна до одної римські цифри V; се ми бачили-б Америку; далі ми помітили-б повільне пересуване сего географічного рисунку на схід; з'явив-би ся Тихий Океан, Австралія і Азия з Індійським Океаном. Повертаючись далі, земля показала-б нам Европу і Африку, і може бути саме наше око могло-б розібрати на суходолі Європи найдорожчі нам сторони. Таким робом наша земля є для місяця вічним небесним годинником; звідси вона тільки блискача небесна куля.

Перед закінченем розмови про місяць, скажемо ще дещо про міни. В той час, коли наш сателіт проходить просто перед сонцем, значить коли у нас новик, він може цілком, або в часті заслонити сонце. Земля, місяць і сонце тоді на одній простій лінії. А що місяць описує навкруги землі не зовсім точний круг, а еліпсу, він то більше то менше наближує ся до неї. В першій случаю він буде більший і цілком заслонить від нас сонце; в останній случаю він буде менчий і зробить тільки обручкову міну, так що сонце з усіх боків виглядатиме зза єго країв. З того й буває соняшна міна. Місячна міна буває тоді, коли місяць в повні попадає в межі тіни, яку земля кдає поза себе в противний бік від сонця. Сі з'явища, відбувають ся через правильний протяг часу, через 18 років і 11 день.

Місячна куля більш-менш 4 разів менча в прогоні від земної кулі; коли прогін нашої планети означити 1000, то прогін місяця буде тоді тільки 273; виходять прогін місяця має

3484 кільом., а єго поверхня 38 міліонів квадратних кільометрів (поверхня нашої кулі 510 міліонів кільом.)

Обєм місяця 49 раз менший від обєму землі, а лекший він 81 раз проти землі. Виходить, що єго густота менча від густоти землі; вона рівнає ся 0,615. Сила притяганя на нїм, дуже невелика: коли силу притяганя на землі означимо 1. тоді сила притяганя на місяцю буде тільки 0,174 таким робом вага 1000 кільограмів важила-б тільки 174 кільогр., коли-б її перевести на місяць.

На рисунку 23 подана ріжниця між обємом землі і місяця. Коли місяць нам здає ся завбільшки сонця, хоч сонце $108\frac{1}{2}$ разів більше від землі в прогонї, а 1,280.000 раз більше обємом, значить 40' разів більше від місяця в прогонї і 62 міліонів раз більше в обємі, то се тільки через те, що місяць 385 раз близше до нас, як сонце: єго віддалене від нас тільки 384.000 кільом., а віддалене сонця 149 міліонів кільометрів.

Постараємо ся уявити собі в думках сю просторонь. Гарматній кулі, що летїла-б із сталою скорїстю по 500 метрів на секунду, потрібно було-б 8 день 5 годин, щоб досягти до місяця. Гук пробїгає в секундї 332 метрів (в воздуху при $t^{\circ}0$). Коли-б просторонь, що відділяє землю від місяця, була цілком наповнена воздухом, тоді гук від вибуху місячного вулькану, був-би досить голосний, щоб єго мож було чути звідси, досяг-би до нас за 13 день 20 годин після самого вибуху; таким робом, коли-б се стало ся за часи повні, ми побачили-б єго саме в той момент, як відбуває ся, але почув-б єго за слїдуєчого молодика. Же-

лізничий поїзд, що, не зупиняючись, повинен би був об'їхати навкруги нашого світа за 27 днів, дійшов би до місяця за 38 тижнів.

Від перших сторінок сеї маленької книжки подаємо в цифрах величину об'єму, просторони, ваги, густоти небесних куль. Се все може здивувати читачів. Може бути, що де-хто з них запитає себе, як се розум людський міг збагнути такі далекі річи, яким робом їх винайдено і які є певні докази, що воно й справді є так. Ми гадаємо, що повинні вдоволити сю цілком зрозумілу цікавість так само, як ми се зробили, що до рухів землі.

X.

Астрономічні методи.

Як мірять віддалення між небесними кулями. Як обчислюють їх об'єм і вагу?

Звичайно думають, що нема нічого тяжшого, як зрозуміти ті астрономічні способи, що приводять до сих чудових здобутків. Аджеж ми так далеко від усіх небесних куль! Яким робом мешканці такого маленького муравельника, як наша земля, можуть досягти такої неприступної висоти, довідатись про дійсне віддаленє від них сих далеких світів, змірити їх об'єм, їх вагу і навіть віднайти їх хемічну і фізичну будову!

А про те сі методи дуже прості, досить звичайної уваги, щоб їх зрозуміти; до того-ж і важність сего питання заслугує на таку увагу; ціною сего невеличкого розумового труду можемо купити приємність зрозуміти найбільші

законн природи. Перш над усе присв'ятимо кілька хвили геометрії.

До міреня великостей і віддалень уживають кутів, а не якої-будь певної міри, як от приміром метр. Вдима великість кожної річи зависить від її правдивого розміру і її віддаленя від обсерватора. Сказати, що місяць „завбільшки тарілки“, — що мені часто доводилося чути від слухачів моїх популярних курсів, — се не значить ще дати розумінє про те, що під сим розуміє ся. Часто люде, що їм доводилося бачити падучі зорі або боліди упевняють, що метеор мав голову 1 метр довгу і 1 дециметр широку. Подібні вислови зовсім не відповідають умовам завдання.

Коли віддаленє від нас якого-небудь предмету нам невідоме, (а се мож сказати про всі зорі) є тільки один спосіб пізнати его видиму величину: се змірити кут, який він займає. Коли далі буде змірене і віддаленє, тоді комбінуючи їх з видимою величиною, мож знайти дійсну величину предмета

Отже міренє кожного віддаленя і кожної великості тіл цілком звязано з міренєм кута. Коли кут нам відомий, тоді великість тіла цілком відповідає его віддаленю від нас. Коли-ж нам відоме его віддаленє, дійсна величина тіла так само відповідає величині его кута. З сего легко зрозуміти, що міренє кута є першим кроком в небесній геометрії. Тут справджує ся стара првповідка: тільки перший крок важкий. Правда, висліджуване кута не має нічого поетичного і принадного. Але-ж усе таки воно не таке вже неприємне і скучне. Кождий знає, що то є кут, і кождий також знає що кут мірять ся частинами кружині.

Лінія ОХ (рисунок 24), що обертає ся навкруги осередка О, може показати міру усякого кута від точки А до М і до В, і навіть далі поза точку В на другім півколі. Цілу кружінь розділено на 360 рівних частин, що звуть ся ступенями; значить пів кола має 180° (ступенів), чверть його, або простий кут 90° , а половина простого кута 45° і т. д. Півколо АМВ поділено на 18 частин по 10 ступенів, а перша частина від А поділена ще на 10 частин, по одному ступеневі. Виходить дуже просто, що ступінь се 360-а частина кружінї (рисунок 25). Маємо отже міру, незалежну від віддаленя. На столі, котрого кружінь матиме $\frac{2}{3}$ сантиметрів, ступінь матиме 1 сант., який буде видно з осередка стола; коли-б кружінь стола мала 36 метрів, її ступінь був би 1 дециметр і т. д. Довжина ступіня є все $\frac{1}{36}$ -ма частина радіуса кола, се-б то віддаленя від осередка до кружінї. Се дуже важна геометрична правда, що її треба добре пам'ятати. Кут не змінює ся зависимо від віддаленя і ступінь, де-б не був змірений, чи на небі, чи у книжці, все буде одним ступенем.

Через те, що часто треба мірити кути, менчі від одного ступеня, умозились розділити ступінь ще на 60 частин, яким дали назвище хвилин. Кожда з тих частин в свою чергу поділена на 60 частин, що звуть ся секундами. Сї назвища троха невдатні, бо вони нагадують хвилини і секунди в міреню часу, але нічого спільного з ними не мають.

Тепер отже знаємо, що то є кут. Місячний диск має $31^{\circ}8''$ (се-б то 31 хвилин 8 секунд) в прогоні, се-б то троха більше як пів ступеня. Треба було-б, значить, покласти 344

цвнх місяців, один біля одного, щоб перетяти небо поясом від одної точки овиду до другої їй протилежної.

Коли тепер захочемо в'яснити собі, в якій пропорції дійсна величина предметів до тої, якою вони нам здають ся, досить буде завважити, що кожний предмет нам здає ся все меншим, чим далше від нас, і коли его відсунути від нас на віддаленє 57 разів більше, як его прогін, він все буде рівнатись кутуви в 1 ступиць, все одно, яка-б не була его правдива величина. Приміром коло, що має 1 метр в прогонї, все мірятиме ся одним ступенем, коли воно віддалене від нас на 27 метрів. А що прогін місяця троха більший від півступени, значить він від нас троха ближче, як 57 его прогонів, взятих двічі, а іменно на 110 его прогонів. Але сей висповок ще мало що сказав би нам про дійсне віддаленє і дійсну великість нашого нічного сьвітла, коли-б ми не мали змоги просто змірити сего віддаленя.

Цікаво завважити що се віддаленє було обчислене ще 2000 років до нашого часу; але тільки в 1752 р. її точно означили два астрономи, що слідили в двох, зовсім ріжних, далеких одно від одного місцях, один в Берліні, другий на розї Доброї Надії. Сї оба астрономи були французами, Лялянд і Лякаіль. Зупинимо ся на хвпливу на 26-ім рисунку. Тут місяць намальовано в горі, землю в низу. Кут, що творить місяць, буде все менчий, чим далі від нас буде місяць, і коли знатимемо сей кут, зможемо сказати, який видимий прогін землі, коли на неї дивити ся з місяця.

Пів прогона землі, коли дивитись на неї з місяця, менш ступіня. Сей факт доказує, що

віддалене місяця від нас має $60\frac{1}{2}$ півпрогонів, або радіусів землі. Круглим числом се широта землі, яку треба помножити через 30. А що радіус землі має 6371 кілометрів, то віддалене від нас місяця рівнає ся 384000 кілометрів, або 96000 лье у 4 кілометри. Се факт о стілько певний, як певне наше істнованє.

Ся просторонь, змірена геометрично богато точнійше, як звичайно мірять довжину на землі, як от приміром довжину дороги, або желізницї. Хоч се твердженє здає ся більшости людей фантастичним, незаперечно, що просторонь, яка ділить землю від місяця, більше для нас відома, як довжина шляху від Парижа до Марилїї. (До сего можемо також додати, що астрономи без порівняня совісніще і докладніще відносять ся до всякого міреня, як найсовісніші комерсанти).

Знаючи віддалене від нас місяця, можемо обчислити єго дійсну величину зміривши єго видиму великість. Пів прогона землі, коли дивитись на неї з місяця, має 57 хвилин, а пів прогона місяця, коли дивитись на него з землі, має $15^{\circ}34''$; з сего можемо дізнати ся, в якій пропорції до себе прогони обох сих куль. Після найточнійших обчислень знайдено, що прогін нашого сателїта відносить ся до прогону землі, як 273:1000; виходить, він троха більш чвертини прогона нашої планети, а що прогін землі має 12732 кілометрів то прогін місяця має 3484 км.

Ми що льше казали про те, яким способом дізнали ся про віддалене від нас місяця. Але коли-б захотїли дізнати ся тим самим способом про віддалене від нас сонця, не осягнули-б сего. Се віддалене за велике. Весь

прогін землі не може йти до порівняння з ним і не може бути підставою потрібного тут трикутника. Уявимо собі, що з двох цілком протилежних кінців земної кулі проводимо дві лінії просто до соняшного осередка: ці лінії не зроблять трикутника, вони торкатимуться одна одної на всій їх довжині, бо відносно до їх страшеної довжини, прогін землі буде тільки одною точкою, що з неї вони обі вийшли. Виходить, що не мож збудувати трикутника — сеї першої умови міреня. Від нас до сонця майже 12 тисяч земних прогонів! Збудувати при таких умовах трикутник все одно, що збудувати его, взявши за підставу лінію тільки 1 міліметр довгу і з кожного її кінця протягти по 2 прості лінії до точки віддаленої о 12 метрів. Як бачите, ці дві лінії були б майже рівнобіжні, а зроблені ними два кути, на підставі трикутника, були-б майже простими кутами.

Треба було, виходить, якомсь обминути ці трудности, і от щоб розв'язати се питане, винайдено аж шість иньших методів: Перший виходить зі спостереження над переходом Венери перед сонцем. Знаємо вже, що Венера ближче до сонця, як земля і обходить его по орбіті, що містить ся в середині нашої. І от коли Венера переходить якраз між сонцем і землею, два обсерватори, що стоятимуть на двох кінцях земної кулі, побачать її на сонці в двох ріжних точках: просторонь, що буде між ними двома точками, дасть можливість збудувати кут, а через се пізнати віддалене від нас сонця.

Уявім собі, що 2 обсерватори стоять на двох кінцях земного прогону; кождий з них бачить ріжні дороги Венери перед сонцем. Се

зависить від перспективи. Коли витягнемо вперед руку і підіймемо в гору вказуючий палець, то він заслонить від нас то одну, то другу річ відповідно тому, яке око затулимо, чи праве, чи ліве, і яким будемо дивити ся. Для правого ока палець буде проєктувати ся ліворуч, для лівого праворуч. Ріжниця між двома проєкціями зависить від простору, що на ній ми держимо наш палець. Втім простім порівнанню просторонь, що ділять сітчаті болонки наших очей, визначає собою прогін землі; наші сітчаті болонки се два обсерватори, наш вказуючий палець — се сама Венера, а дві проєкції від пальця — се дві ріжні точки, що в них бачать Венеру на поверхни сонця. Для точности порівняня буде краще, коли ми замість пальця поставимо шпильку з великою головою, в певнім віддаленю від очей таким робом, щоб її головка проєктувала ся на паперовім кружку, що ставить ся від неї на кілька метрів; далі сю шпильку пересувають перед кружком і дивлять ся на неї по черзі, то одним, то другим оком. Сей метод пересування Венери перед сонцем не є єдиний, що уживає ся до обчислення віддаленя від нас променистого сьвітла. Богато иньших способів, зовсім неподібних до сего першого і независимих один від одного дають такі самі наслідки.

Два перші операють ся на скорости сьвітла. Відомо, що сьвітлови потрібний певний час, щоб зайти з одного місця до другого; щоб дійти приміром з Юпітера на землю, воно потребує 30—40 хвилин, відповідно просторони між сими планетами. Обсервуючи мінні сателітів Юпітера віднайдено, що між моментами мін є ріжниця о 16 хвилин і 26 секунд, і ся

ріжниця зависить від того, чи в момент міни Юпітер знаходить ся по тім самім боці сонця, що й земля, чи по другім. Виходить, що світло користує ся сими 16 хвилинами 26 сек., щоб перейти прогін земної орбіти, або половину сего часу, се-б то 8 хв. 13 сек., щоб перебігти пів прогона, або просторонь між землею і сонцем. З фізики знаємо, що швидкість світла буде 300000 кільом. на секунду, отже можемо легко обчислити, що просторонь від нас до сонця має коло 149 міліонів км. До того можна дійти і иньшим методом, опираючим ся також на скорости світла. Простий примір pomoже нам сей час зрозуміти его. Уявимо собі, що стоїмо під дощем, що падає на нас вертикально; коли стоїмо нерухомо, держимо парасоль сторч; коли почнемо іти, нахилимо його перед себе, коли-ж почнемо бігти, нахилимо его ще більше. Чим швидче будемо бігти і чим швидче падатимуть краплі дощу, то тим більш ми повинні нахилити парасоль. Те-ж саме бачимо і на желізници коли йде дощ, він крилить на стїнах вагона косі лінії і нахил сих ліній зависить від скорости рухів поїзду і від скорости падання крапель. Так само буває і з світлом. Проміня світла падають від зір крізь просторонь; земля рухає ся дуже швидко, через се ми примушені нахилити наш телескоп в напрямі рухів землі; се з'явище аберації світла показує, що скорість рухів нашої планети на її орбіті 10 тисяч разів менча, ніж скорість світла. Звідси мож вирахувати, що скорість рухів землі буде 30 км. на секунду; після сего мож дізнати ся і про довжину орбіти, що її земля перебігає в 365 днях, і на-

решті прогін сеї орбіти, що єго половина є віддаленєм від нас сонця.

Четвертий метод опирає ся на рухах місяця. Правильність місячного обігу нашого сателіта цілком зависить від соняшного притягання; а що притягання змінєє ся противно пропорціонально квадратови віддаленя, то зрозуміла річ, що аналізуючи докладно вплив сонця на місяць, можна довідати ся і про віддалене сонця.

П'ятий метод можна вивести з ваги планет, що їх рухи сильно звязані з вагою сонця і віддаленєм від него. Коли знаємо вагу планет, то ставлючи поруч з сим різницю в пертурбаціях, що творять своїм впливом планети, маємо можливість пізнати віддалене від нас сонця.

Шестий метод має на увазі спостереження над Марсом і маленькими планетами, що містять ся поза земною орбітою; сї планети проходять перед зорями, що далеко за ними в безмежності; коли обсервувати їх положеня в двох далеких одна від одної точках землі, то їх проєкції буде видно в двох різних пунктах (так само як проєкції Венери на сонці); кутове ухилене сих 2-х точок дасть нам можливість пізнати віддалене землі від Марса і від иньших планет. Здобутки усіх тих помірив дуже точно припадають до себе. Таким робом і дізнали ся, що віддалене сонця від нас має в собі 1170 земних прогонів, або круглим числом 149 мільонів кільометрів.

Знаючи віддалене сонця, можемо дуже легко обчислити єго дійсну великість при помочи його видимої великості саме так, як ми се зробили для місяця. Прогін землі, коли на

неї дивити ся з сонця, має $17''{,}6$. З другого боку видимий прогін сонця має $32'4''$, або $1924''$. Розділивши останнє число на перше, побачимо, що прогін сонця $108\frac{1}{2}$ разів більший від прогону землі. А що прогін землі має 12732 км., то прогін сонця матиме 1382000 км.

Та сама геометрична засада уживає ся тоді, як мірять віддаленя зір. Але тут розмір земної кулі не може бути підставою трикутника, як при міреню віддаленя місяця; сих трудностей також не мож поминути при помочи якої иньшої планети, як ми се робили, коли мірили віддаленє сонця. Але на наше щастє будова сьвітової системи подає нам иньший спосіб вимірити віддаленя сих далеких сьвітів; сей спосіб ще раз доводить обертанє землі навкруги сонця і приводить нас до розв'язаня найголовнійших астрономічних завдань.

Обертаючись навкруги сонця в віддаленю 37 -ми мільонів льє, земля описує в році кружінь, власниво еліпсу, на 241 мільон льє. Виходить, що прогін сеї орбіти, має 74 мільони льє. Коли оборот землі відбуває ся в році, то те місце, де земля буде в певну хвилину, буде якраз протилежне тому, де вона була півроку перед тим, або тому, де вона буде за півроку. Інакше кажучи, віддаленє від якої-небудь точки земної орбіти до її протилежної, що через неї земля пройде, за шість місяців, буде в 74 мільони льє. Ся досить значна великість може служити підпорою трикутника, що за його верх можемо узяти певну зорю.

Процес міреня віддаленя між нами і певною зорею засновує ся на уважній обсервації сеї блискучої точки через шість місяців, або й цілий рік; перш над усе треба дізнатись, чи

ся зоря нерухома, чи вона потроху пересуває ся в тім-же напрямі як і земля навкруги сонця. Коли вона здає ся нерухомою, се значить, що вона від нас так безкрайно далеко, що тут 74 мільйони лье нічого не значать. Коли-ж зоря рухома, то мож помітити, що вона в часі цілого року описує маленьку еліпсу, подібно до рокового обороту землі.

Віддаленє деяких зір відоме нам тільки від 1840 року. З сего бачимо, яке ще нове се відкритє; і справді, ледви що тепер починають потрохи дізнавати ся, яка правдива просторонь лежить між деякими зорями.

Дивлячись на 27-ий рисунок, зрозуміємо, яка зависимість між віддаленєм і кутом, що на єго підставі лежить прогін земної орбіти; сей кут о стілько буде менший, о скілько далі від нас буде зоря, і видимий рух зорі, що в перспективі відбыває дійсний рух землі, поменшує ся в тій саме пропорції. Отже найнижча зоря на рисунку показує роковий рух, що відбуває ся на ширині кута в 20° , друга — в 15° і трета в 11° . Після сього, памятаючи ті геометричні засади, що про них ми казали, ми зараз могли-б обчислити віддаленє від нас зір. На 27. рисунку розміри дуже непропорційнальні, бо справді кут 1° відповідає 57 раз взятій величині підстави. Кутовий рух найблизчої до нас зорі не має і 2-х секунд; по мірі, яку ми взяли для нашого рисунка, ся зоря повинна бути, в віддаленю сто тисяч раз більша, як підстава нашого трикутника; що підстава має 2 сантиметри, зоря повинна бути від неї на 2 кілометра далеко! Але в книжці було-б дуже тяжко помістити подібний рисунок.

Найблизча до нас зоря — се альфа з співзіря Центавра. Она від нас 275.000 разів далше, як сонце, се-б то десять триліонів, або десять тисяч мільярдів льв. Сьвітло, не вважаючи на його страшенну швидкість — 3000 0 км. в секунді, потребувало би 4 роки і 128 день, щоб з неї добігти до нас. Гук перелинув би сю безодню за три мільони років. Поїзд експрес при сталій скорості 60 км. що годни приїхав би на сонце Альфа Центавра за 75 мільонів літ. Коли-б мож було простягти від нас до сонця міст, треба би поскладати 16600 арок завширшки нашої землі. А щоб перекунути міст до найблизчої зорі, треба би 275000 таких мостів, як до сонця. І се найблизча до нас зоря! А всі иньші богато далі в безмежності.

Тепер подивимо ся, яким робом довідали ся про вагу небесних куль. Як приміром зважили місяць?

Вага місяця пізнає ся з аналізу того притягання, що він його виявляє відносно до землі. Першим найочевиднійшим виявленем сего притягання є морський відплив і приплив. Вода в морях двічі на день здіймає ся, підпадаючи мовчазному покликови нашого сателіта. Пильно слідячи за тим, до якої висоти здіймає ся вода, знаходять ту силу, яка потрібна, щоб її підняти, а звіден і вагу того тіла, що дає таку силу. Се перший метод.

Другий метод опирає ся на впливі, який місяць має на рухи землі: коли він попереду землі, притягає нашу кулю і примушує її іти швидше; коли він позаду землі, задержує її. Се з'явище в першій і в останній квадранті відбиває ся на положеню сонця: Сьвітло здає ся пересуненим в небі на 290-ту частину свого

прогону; користуючись сим пересуванем, вивраховують вагу місяця.

Третій метод полягає на обчисленнях притягання місяця на рівник, з якого складають ся астрономічні з'явища кутації і упередження рівнодення.

Всі ці методи, перевіряючись один одним згоджують ся з собою, приходячи все до одного результату, що вага місяця 81 раз менча від ваги землі, се-б то приблизно 74 сентильони кілограмів. Матерія, що з неї складає ся місяць, не така густа, як матерія землі. Її густість має в приближеню тільки $\frac{6}{10}$ густоти нашої матерії. Як прирівнати до густоти води, місяць важить 3,27, се-б то $3\frac{1}{4}$ разів більше, як водяна куля такої-ж величини.

Нас можуть спитати, як зважити сонце?

А от як:

Ми все бачили, що планети обертають ся все з меншою скорістю, що далі від сонця, і се зменшене скорости може бути висловлене таким законом: „квадрати часу обігу так відносять ся до себе, як куби віддалень“. Інакше кажучи, тіло, що 2 рази дальше другого, виконуватиме свій обіг в часі, що його можна означити квадратним корінем з куба 2, се-б то з 8-ма. Коли-ж тіло буде чотири разів дальше, то час його обігу буде означати ся квадратним корінем з куба 4^х, се-б то з 64-их, і т. д. Коли хочете довідатись, за який час обернув би ся навкруги нас місяць, коли-б він був двічі далі як тепер є, то ви повинні зробити так $2 \times 2 \times 2 = 8$ квадратний корінь з 8-ми буде 2,84; виходить час його обігу був би 2,84 разів більший як тепер, се-б то 77 день.

Щоб зрозуміти ту різницю, що існує між притяганем землі і притяганем сонця, треба тільки обчислити, за який би час обернуло ся навкруги нас тіло віддалене о 149 км. від нас. Ся просторонь 385 раз більша від віддаленя місяця від нас. Зробім вже відомий нам рахунок: $385 \times 385 \times 385 = 57066625$; квадратний корінь сего числа буде 7553; виходить, коли-б місяць був від нас віддалений о 149 мільонів км., обертав би ся навкруги нас 7553 разів повільнійше як тепер, се-б то в 6330 днях, або 566 роках.

Коли-б ми судили про маси кермуючих тіл по часі обороту навкруги них других тіл, то з того, що земля не могла-б надати сили своему сателітові обертати ся навкруги неї швидче ніж в 566 роках, а сонце може прислувати землю обертати ся в однім році на тім самім віддаленю 149-ти мільонів км., мож би було думати, що сонце 566 разів сильнійше від землі. Але як вже знаємо, треба порівнювати не просто періоди обертання, а квадрати сих чисел. Помноживши 566 через себе, матимемо кругло 320000 і се число буде в приближеню показувати відносини між вагою сонця і землі. Коли-б ми в своїх обчисленнях були точнійші і мали на увазі десятні дроби, ми мали би число 324000 замість 320000.

Отже тепер математично точно знаємо, що сонце 324000 разів важче від землі. А що земля важить 5875 сектільонів км., сонце буде важити 1900 окгільонів, або кругло 2 нонільони кільограмів. Як бачите, се все дуже просто.

Планети важать ся так само: через порівнане скорости обігу навкруги них їх сате-

літів. При важеню тих планет, що не мають сателітів користують ся силою притяганя, що вони їй виявляють до иньших планет і комет. Так само мож зважити і зорі, коли мож обсервувати навкруги них обороти другої зорі, що кермує ся їх притяганем.

Отже можливість змірити і зважити небесні тіла — се не міг, а правдива дійсність.

XI.

Опис планет нашої системи.

Роздивимось тепер подрібно в кождім з тих сьвітів, що з них складає ся наша велика соняшна система. Найвигіднійше буде почати нашу астрономічну мандрівку з тої планети, що близча за всі до осередкового огнища, се-б то з Меркура.

Меркур.

Як ми вже бачили, се перша найблизча до сонця планета; від него до сонця всего 15 мілїонів льє. Орбіта Меркура містить ся в середній земної орбіти, через що він иноді буває то між нами і сонцем, то на протилежнім боці сонця відносно до нас, то під простим кутом і т. д. Звідси повстають фази Меркура, анальоїчні з фазами місяця; їх можна бачити телескопом. Коли Меркур стає між сонцем і землею, не бачимо єго на небі, бо тоді він обернений до нас своєю темною півкулею. (Подібно до місяця і усіх иньших планет, він сьвітить ся тільки тм сьвітлом, що одержує

від сонця і відбиває у просторонь). Коли він відносно до землі творить з сонцем малий кут, бачимо частину його освітленої півкулі, а в телескопі обмальовує ся тоненький серп. Коли він стоїть під простим кутом, тоді він стає подібним до місяця в його першій і останній квадранті, і т. д. його ніколи не бачать в телескопі цілком круглим, бо в той час, коли міг би показати нам свою освітлену півкулю, він стоїть за сонцем і воно його закриває. Іноді Меркур проходить якраз перед сонцем, чого приміри ми бачили 10-го мая 1891 року. Обсерваторам він звичайно уявляє ся таким, як нарисовано на 28. рисунку. Через близькість Меркура до сонця можемо з землі бачити його тільки вечером і вранці, ніколи не бачимо його серед ночі, все тільки смерком. Але астрономічними інструментами можемо бачити і в день. Се найменша планета цілої сонячної системи (з винятком тих дрібних планет, що кружать між Марсом і Юпітером. Вона об'ємом 18 разів менше від землі; поверхня її 7 раз менше, а прогін трохи більший як третина прогону нашої планети; він відноситься до прогону землі, як 373 : 1000, і рівнає ся 4753 км.; звідси легко вирахувати, що його кружіння має 14924 км.

Всі ті вибури, що ми помічаємо вздовж краю Меркура, освітленого сонцем, показують, що ґрунт Меркура нерівний, а зубчасті тіні, що тут кладуть ся, нагадують високі гори, освітлені сонцем, і доли, вкриті померком; останні переважають освітлені місця планети. Виходить, що на Меркурі є гори. Крім того знаємо, що ся маленька небесна куля окружена немалим шаром атмосфери. Меркур має від сонця світла і тепла більше, як всі; він

оббігає сонце в короткім часі, за 88 день; его рік виходить менший як три наші місяці. В часі сего року его віддалене від сонця значно змінює ся, і сонце сяє на его небі десять раз більшим і пекучійшим диском, ніж на нашім, то тільки 4 рази, але й сього чимало.

Хоч всліджувати сю планету не легко, бо вона за мало підбиває ся, а проте, о скільки мож судити про неї по її вигляді, її атмосфера багато густійша від нашої. Ся небесна куля важить сливе 15 разів менше від землі. Значить густота матерії, з якої вона складає ся, пересічно більша як $\frac{1}{6}$ густоти матерії землі. Сила притягання на поверхни Меркура 2 разів менша як на землі. Кільограм важив би на Меркурі тільки 439 грамів. Через таку малу силу притягання такі великі і важкі істоти, як слоні, гіпопотами, мастодонти, чи мамути могли-б бути на деяких сьвітах легкими, як газелі! Ми легко можемо собі уявити, яку метаморфозу ся різниця в силі притягання повинна була-б принести не тільки материяльним, але й духовим справам людськості другої планети.

Умови життя на Меркурі дуже різняться ся від умов життя на землі. Температура повинна бути багато вища, не вважаючи на хмари в атмосфері. А що сама планета мала, то і частини сего сьвіта, що на них він ділить ся, дуже великі. Матерія, що з неї складають ся і живі сотворіня і всякі річи, троха густійша від нашої; сила-ж притягання двічі менша, як на землі, і в тім однім вже лежить велика різниця між Меркуром і землею. Але найбільша різниця лежить в тім, що ся пла-

нета, оббігаючи навкруги сонця, повернена до него все одним своїм боком, як місяць до землі; так що одна її півкуля постійно освітлена, а друга все темна. Це відкрито зробив не давно М. Чвапарелі, в 1889 році. На одній півкулі вічний день, на другій вічна ніч! Легеньке хитанє, що буває через еліптичність орбіти, приводить иноді сонце на край темної півкулі. Виходить, се сьвіт без днів, без ночей, без годин, без місяців, без років, без календаря! Чи там мірять час? Чи старіють ся? Чи умврають? Хто його знає! ріжнородність творива не має краю.

Венера.

Друга що до віддаленя від сонця іде за Меркуром Венера. Вона містить ся між Меркуром а землею, бо Меркур перша, а земля третя планета великої соняшної системи. В той час, як Меркур обертає ся навкруги сонця в віддаленю 15 мільонів льє, а земля 37 м. льє, Венера виконує свій оборот в віддаленю 27 м. льє. Для нас се найблискучійша зоря на небі. Її орбіта містить ся в середині орбіти землі і багато менша від нашої; через се Венера, як і Меркур близча до сонця і з великою силою відбиває нам его сьвітло; але вона може віддаляти ся від сонця значно далі, як Меркур. Коли Венера буває в тій половині своєї орбіти, що лежить між сонцем і землею, вона являє ся на сході ранком до схід сонця і більш, або менш попереджує его, відповідно величині кута, то на одну годину, то на 2, то навіть на 3. Через се з найдавніших часів її звать сьвітовою зорею, зорею пастухів, зо-

рею Люципера. Коли-ж Венера у тій половині своєї орбіти, що лежить поза сонцем, вона з'являє ся на сході смерком перш над усі пнъші зорі на небі, за годвну, дві, або навіть і 3 по заході сонця, відповідно кутовому віддаленю від него. Ог через се її звать також вечірною зорею, Венером. Коли дивитись на Венеру телескопом, видно, що ся планета має фази, як і Меркур. Найкращі малюнки з неї були зроблені за часи сих фаз, бо в сей час Венері мож найкраще првдивитись. А про те все-ж таки сї малюнки досить невразні, бо дослідн за тяжкі. Їх треба робити в день, бо в ночи, сьвітло Венери дуже сліпуче. Рисунок під ч. 29 зробив Перотен в ніцейській обсерваторії 17-го цвѣтня 1890. між 4. год. 45 хв. а 7 год., і 27-го вересня від 1 год. до 5.

Венера обходить сонце в 224 днях, 16 годинах в такім самім напрямі, як і земля. Як показують найновіші спостереження, Венера подібно до Меркура, здає ся оберненою до сонця все тим самвм боком; коли се справді так, то на ній не повинно бути ні років, ні днів, ні ночей, ні календаря, і на півкуль, оберненій до сонця, все повинен панувати день, а на противній постійно ніч! Але що до Венери не знаємо с-го так певно, як про Марса.

Обємом Венера більше як всі планети підходить до землі. Прогін її майже такий, як прогін нашої планети. Взагалі мож сказати, що ніяка пнъша планета з соняшної системи не подібна так до нашої землі, як Венера. Юпітер 1279 раз більший від землі Сатурн 719 раз, Уран 69, Нептун 55 раз; се все колосья проти землі. Обєм Марса, навнаки рівнає ся $\frac{15}{100}$ обєма землі, а обєм Меркура

тільки $\frac{5}{100}$. Об'єм місяця тільки $\frac{1}{49}$ частина об'єму землі, себто троха більш третини об'єму Меркура. Нарешті найбільші з тих маленьких планет, що кружать між Марсом і Юпітером, завбільшки тільки декілька сот кілометрів, а найменші з них декілька кілометрів. Маючи на увазі таку різнородність, Венеру мож звати двійником землі.

Перші спостереження показали нам, що на поверхни Венери є багато досить великих для її об'єму нерівностей, що витворюють великі пасма гір, багато вищих від наших Андів і Кордильєрів. Але для таких спостережень треба було багато пильної уваги; тяжко було іменно визначити висоту цих гір. Міренє їх показало, що хоч Венера і менша троха від землі, а проте вона має багато вищі гори, як земля.

Астрономам пощастило ся нарешті відгорнути край тої туманної заслони, що творить атмосферу Венери. В сій атмосфері, як і на землі, повстають хмари і величезні маси туманів. Через особливий блиск сеї планети і через труднощі спостережень над нею, в звичайнім стані атмосфера її мало прозора, або вкрита хмарами, так що взагалі можемо бачити тільки її дохрестну поверхню, утворену сими хмарами, а не її правдивий ґрунт, як приміром на місяці, або на Марсі. До останніх років мож було с'умнівати ся о існуваню атмосфери на Венері; але тепер маємо незаперечні докази, що сей світ має цілковиту подібність до нашої землі; і не тільки тепер знають, що ся атмосфера існує, але знають її грубість її густоту, а навіть її фізичну і хімічну будову. Вона майже двічі густійша, бо-

гато вища від нашої і має в собі багато водяної пари.

Подібність Венери до Землі об'ємом, будовою своєї атмосфери і своєю близькістю до сонця, не шкодить їй різнити ся від землі в одній дуже важній точці, а саме в тій, що на Венері нема мабуть років, змін року, днів і ночей. Які істоти там живуть? Сего не можемо відгадати. Хіба-ж нескінчено продукційна природа!

Марс.

Після Меркура і Венери обходить навкруги сонця в віддаленю 37 мільонів льє земля в супроводі Місяця. Але землю ми вже описали. Четвертою планетою соняшної системи є Марс (рисунк 30); він безпосередно йде за землею в порядку віддаленя небесних куль від загального їх огнища сонця. Меркур, Венера і Земля одні по одному перейшли перед нашими очима. Тепер цілком залишимо Землю і ті країни, що в них вона обертає ся. Орбіта Марса — перша орбіта, що містить ся поза землею. Далі розгортає ся в просторони в певнім віддаленю одна по одній орбіти Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна.

Голому оку планета Марс через своє ясне світло здає ся зорею першої величини на небі. Її можна пізнати по її червонім блеску, постереженім ще з давних давен. Вона обходить сонце здовж орбіти, що пересічно на 56 мільонів льє віддалена від осередка. Коли орбіта землі віддалена о 37 мільонів льє від того самого осередка, то орбіта Марса віддалена від земної о 19 м. льє. Ся орбіта остільки еліптична, що

з одного боку підходить до земної богато ближче, як з другого. Наша планета кружить також по еліптичній орбіті, і через комбінацію таких рухів Марс проходить що 15 років тільки на 14 мільон. льє від землі, так було в 1877 році.

Прогін Марса має 6728 кільометрів, і кружинь 21,125 км. Виходить що Марс менчий від Землі, єго поверхня рівняє ся $\frac{29}{100}$ поверхні земної кулі, а обєм тільки $\frac{15}{100}$ обєма Землі, себто він $\frac{1}{2}$ раз менший від Землі, $7\frac{1}{2}$ раз більший від місяця і тричі більший від Меркура. Він важить у девятеро менше від нашої планети: коли уявити собі, що вага Землі рівняє ся 1000, тоді вага Мерса буде тільки 105. Єго густєта проти пересїчної густєти Землі є тільки 0,711, себто сїм десятих нашої.

Куля ся обертає ся круг себе в 24 годинах, 37 хв. і 23 сек. Довжина дня і ночі на Марсі, значить, сливе така сама, як і на землі, вона переважає нашу тільки троха більше, як на пів години. Варто уваги, що ся довжина так подібна на сих двох сусїдних планетах. З сєго виходить, що між Марсом і Землею в їх оборотї навкруги своєї осі мало рїжницї і всї з'явища, що звідси впливають, як напр. зміна днів і ночей, схід і захід сонця і зір, біг часу, прудкий або повільний відповідно душевному настрою, праця, радощі й горе, одним словом, щоденна течія життя і єго звичайний рух мають там сливе такі самі умови, як і у нас на Землі. Наше докладне знанє про обороти Марса (се знанє остїлько-ж докладне, як і знанє про обороти самої Землі) дозволяє нам зі знаменитою докладністю визначити нахил єго коловоротної осі відповідно плоскості єго орбіти. Сей нахил цїлком анальоґічний з нашим. З сєго виходить,

що там є зміни року такі самі, як і у нас; до того-ж знаємо, *de visu*, що сї зміни не дуже ріжняться від наших що до ріжниць в інтензивності між зимою і літом. Так що астроном не потребує їхати з Землі на Марс, щоб познакомити ся з его підсоном.

Сей сьвіт, як і наш, має три зовсім ріжні пояси (*Zones*): горячий, уміркований і холодний. Таким робом довжина днів і ночей, ріжниць в них відповідно географічній широті і змінам року, довгі дні і далі довгі ночі в бігунових краях, одним словом все, що відносить ся до розкладу тепла, всі сї з'явища на Марсі сливе тіж самі, як і на землі. А про те між двома планетами є значна ріжниця, се ріжниця в довжині змін року. Ся довжина на Марсі багато більша, бо-ж рік має там 687 наших днів, а звідси і кожда з чотирох змін року сливе двічі така, як у нас на землі. До того-ж ще орбіта Марса дуже подовгаста і там більш як у нас помітна нерівність в довжині змін року. День на Марсі довший від нашого о 37 хвилин і таких днів у Марсовім році є 668.

Далі ми познакомимо ся із змінами підсоня, що творять ся зі змін року; се перенесе наші думки у саму глибину природи, що має так багато спільного з нашою. Вже більше як від двох віків замічуємо на Марсі головні метеорологічні з'явища, бачимо звідси, як там повстають бігунові криги, як падають і тануть сніги, як збирають ся хмари, паде дощ, зриває ся вітер, чи на годні стає, одним словом бачимо з'явища змін року. Наступство сих з'явищ тепер остільки відоме астрономам, що вони можуть наперед пророкувати, який матимуть вигляд і яку величину бігунові сніги, або яка

повинна бути Марсова атмосфера, чи хмарна, чи ясна. Марс оточений такою самою атмосферою, як і земля.

Порівняне усіх телескопічних образів Марса показує, що в них є незмінні плями, а їх аналіз дає можливість хоча приблизно подати загальний образ географії сего світа. Дякуючи численним спостереженням, що досить згоджують ся між собою, маємо мапи Марса, сі мапи виясняють дійсну ступінь нашого знання про сю планету. Географія Марса не схожа з географією землі. В той час, як три чверти нашої кулі вода, на Марсі навпаки майже однаково землі і води, і навіть землі троха більше. Суходіл тут не має вигляду островів, оточених з усіх боків водою, навпаки моря навкруги обводять ся суходолом; виходить, що тут моря тільки внутрішні, правдиві середземні моря. Тут нема ні Атлантичного, ні Тихого океану, і мандрівку навкруги світа мож зробити самим суходолом. Моря мають багато ріжних зарогів, що від них ідуть довгі вузкі заливи і далеко вривають ся у тверду землю подібно як наше червоне море.

Темні плями умовились брати за моря, а ясне тло за суходіл. Що на сій небесній кулі є вода — се певно, бо тут бачать і бігунові криги, і сніги, і хмари, що плавають в атмосфері, а найголовніш присутність води доказує спектроскоп. Що іменно темні плями є моря, видно з того, що море, коли на него дивитись оддалік, темніше від землі, бо вода забирає дуже багато світла і дуже мало єго відбиває. Моря Марса зеленастої краски, а суходіл здає ся жовто-горячим. Се певно рослини там такої краски.

Ся сусідна з нами і така цікава для нас планета видає ся звичайно в телескопі так, як подає 30. рисунок, зроблений в 1890 році на підставі спостережень обсерваторії в Жувізі. Сірі плями — то моря, а плями біля бігунів — то снігові плями. Три перші рисунки зроблено 30го липня о 6 год. 45 хвилини, о 7 год. 20 хв. і о 8 год. 45 хв.; вони ясно показують, що планета обертає ся з правого боку на лівий. Точка А на першій і третім рисунку, се ріг суходолу, що висунув ся в море; в сей день єго дуже добре було видно. Довгий морський залив іде від точки А до точки В. Рисунок четвертий був зроблений 31го липня о 7 год. 20 хв.; на ній те саме море, що й на рисунку зробленим 30го липня в той самий час; В на ній острів, С біла пляма.

В дуже сильних телескопах суходіл Марса здає ся нам переріганим простими лініями, що сполучають усі моря і перехрещують ся одна з одною. Чійпарелі, що їх відкрив, назвав їх каналами. Чи справді-ж се канали? Се може колишні річки, тепер виправлені і розширені? Води на Марсі менше як на землі. Суходіл здає ся зовсім плоским. Одно мож сказати, що перед обсерваторами неба стоїть тут ще багато нерозв'язаних цікавих питань. Вигляд сих каналів подаємо на рисунку 31.

Пересічна густота матерії, з якої складає ся ся планета, менша як на Землі; вона відноситься до густоти землі як 71 : 100. З другого боку, маючи на увазі обем і масу Марса, мож вивести, що на єго поверхні тіла надзвичайно легкі. Коли силу ваги на землі означимо 1000, тоді на Марсі вона буде тільки 376; се найслабша сила притягання, яку ми знаємо,

коли не числити Місяця, де, як ми бачили, сила ся ще слабша. Виходить, що кільограм, коли-б его перенести з землі на Марса, важив-би там тільки 376 грамів. Людина, що важить 70 кі. важила-б на Марсі тільки 26.

Така природа сеї близької до нас планети. Окружаюча її атмосфера, вода, що її ужизняє і зрошає, соняшні проміння, що її гріють і освітлюють, вітри, що дмуть на ній від одного бігуна до другого, зміни року — вистарчають, щоб утворити порядок життя, анальоґічний з порядком життя нашої планети. Але слабість притягання на її поверхни повинна змінити сей уклад, приладнуючи его до своїх власних умов.

Після сього планета Марс не повинна уявлятьсѣ нам, як якась камяна брила, що обертає сѣ в просторі завдяки соняшному притяганню, як якась безсильна неплідна, мертва маса; ми повинні дивитсѣ на неї, як на живий сьвіт, заселений істотами, що мають велику подібність до нас; се сьвіт прикрашений, подібними краєвидамв до наших. Се новий сьвіт, до якого не досягне ніякий Колюмб; але на нїм живе ціла людська раса, працює, думає і як і ми задумує сѣ над велпкими і таємничими завданнями природи.

Дрібні планети.

Дрібних планет, сѣх небесних маленьких країн числять декілька сотень; всі вони містять сѣ між орбітами Марса і Юпітера. А про те пояє, що в його межах вони пересувають сѣ, дуже широкий, бо має майже 100 мілліонів льє.

В його межах вже начислено більш трох сот маленьких планет, і не минає ні один рік,

щоб астрономи не віднайшли нових, і вноді навіть зовсім не шукаючи їх, але укладаючи мапи сумежних співзір. Зазначаючи на мапі нерухомі зорі, що з них і повинна складати ся мапа, замічують пожадану зорю, що її там в переддень не було, тоді уважно висліджують її становище і упевняють ся, що вона рухома. Довідають ся таким робом, що се не є зоря, але планета. Особливого вигляду вони не мають; їх мож бачити тільки телескопом, де вони блищать як зорі од десятої до тринацятої величини. Се без сумніву відломки з кільця космічної матерії, відломки, що утворились між орбітами Марса і Юпітера за часу споруди соняшної системи; можливо навіть, що деякі з них є нащадками колишніх зруйнованих сьвітів. Вони остільки малі, що ми нічого не можемо розглядити на їх поверхни і майже нічого не знаємо про їх історію. На пляні соняшної системи рисунок 15 показує простір, що в нїм пересувають ся сі планети між Марсом і Юпітером.

Юпітер.

Тепер переходимо до велитенської кулі Юпітера; єго віддалене від сонця 192 міліони льє; значить він упятеро дальше від сонця як земля. Єго орбіта містить ся очевидно поза нашою і 5 разів більша від орбіти землі. Рух Юпітера на сій орбіті дуже повільний; свій обіг він виконує в 4332 таких днях, як на землі, або за 11 років, 10 місяців, 17 день. Ся небесна куля не сферична, а сфероїдальна, себто приплескана на бігунах. Недосьвідчене око зараз її вгадає, скоро побачить її в телескопі. Сплющенє Юпітера рівняє ся $\frac{1}{17}$.

Прогін Юпітера 11 раз більший від прогону землі: має 140926 км. Кругинь сеї величезної кулі має 442509 км. Обєм 1279 разів більший від землі. Юпітер ще до того 309 раз важчий від нашої планети. Густота его матерії рівняєть ся чверти густоти земної матерії. Сила притягання на его поверхни $2\frac{1}{2}$ раз більша як на землі: коли-б людину, що важить 70 кт., перенести на Юпітера, вона важила-б там 174 кт.

В телескопі бачимо, що Юпітер покарбований різними смугами, більш менш широкими, більш менш глибокими; їх більше коло рівника. Сї смуги—се відмінні прикмети Юпітера. Їх замітили, коли вперше глянули через телескоп на сей далекий світ і з того часу неприсутність їх помічували тільки дуже рідко.

Крім сих білих і сірих смуг, що впадають иноді в жовту і жовтогорячу краску, на Юпітері помічувало ся часами плями, що більш блискучі, то більш темні, ніж тло, на котрім вони містять ся; крім сього иноді видні ще й нерівности, довгі, глибокі розколини. Слідячи уважно положене сих плям, мож помітити, що вони пересувають ся зі сходу на захід. Досить пяти годин, щоб пляма пересунулась з одного краю кружка до другого.

На 32 рисунку подаємо телескопічний вигляд Юпітера. На білім поясі понад рівником бачимо довгу сіру пляму; в телескопі вона здає ся червонястою. Сю пляму бачать від багатьох вже років; вона мабуть ні що иньше, як скуплене пари над якимсь суходолом, що тільки що формує-ся. Вона має 46000 км. здовж і 14000 у шир. Виходить вона сливе 4 рази довша як прогін землі.

Сї плями належать до самої атмосфери Юпітера. Вони не обертають ся навкруги планети з своєю власною скорістю, незалежно від обороту самої планети, подібно, як її сателіти; але становлять собою частину велитенського снігового шару, що окружає сей просторий сьвіт. З другого боку вони також і не нерухомі на поверхни кулі, як приміром суходоли і моря Марса; вони рухомі, подібно, як і наші хмари в атмосфері. Їх пересуванє, їх щезанє на заході і появи знову на сході, їх докладно вимірений поворот до осередкового полудника, не давали обсерваторови змоги дізнати ся достоту, за який час сама планета обертає ся навкруги своєї осі. Щоб визначити сей рух потрібно зробити велику скількість спостережень.

Нарешті дізнали ся, що ся величезна куля обертає ся навкруги своєї осі зі скорістю двічі більшою, ніж земля; доба тут, замість 24 годин, менша навіть від 10 годин; межі сходом і заходом сонця числять тільки 4 год. 57 хв., так що нія там, коли не числити померок, ще коротша. З другого боку через те, що рік на Юпітері майже 12 раз більший від нашого, то мешканці Юпітера мають в році 10455 таких коротеньких днів. Очевидно календар дуже ріжнить ся там від нашого! До сього треба додати ще одну ріжницю: брак змін року. Юпітер обертає ся так, що его вісь майже не нахилена. Він завжди в такому положеню, як земля за часи рівнодення, і мож сказати, що сей величезний сьвіт тїшить ся вічною весною. Нахил его рівника має тільки три степені, значить нахил сей зовсім непомітний. З сього виходить, що довгота дня і ночі лишаєть ся тут все такою самою за цілий рік на всіх широтах, що день все рівний

ночі (день троха довший, коли числити померки), що температура все однакова; тут не знають ні зимового холоду, ні літної спеки, а підсоня спокійно і гармонійно змінюють один одного, починаючи з теплих на рівнину і поступово, повільно кінчаючи холодними на бігунах.

Метеорологічні з'явища на Юпітері привели нас до такої думки, що атмосфера сеї планети має більш відмін, ніж які могли би повстати з сил одного сонця; що ся атмосфера дуже густа, що її гнет величезний і що поверхня кулі не досягла ще того становища нерухомости і сталости, що єго досягла вже земля. Цілком можливо, що ся планета, родившись раніш землі, задержала в собі на довший час своє первісне тепло дякуючи своему об'ємови і своїй масі. Може бути, що температура власного тепла Юпітера остільки велика, що її досить, щоб стати на перешкодї всякому життю на сій планеті. А може бути Юпітер ще в становищу хоч й не яркого, але темного й пекучого сонця, зовсім рідкого, або ледви укритого першою загулою корою, в тім становищу, що в нїм була й земля до настаня життя на її поверхні. А може ся велетенська планета має тепер таку температуру, що через неї перейшов і наш сьвіт в первісний період геологічних епох, коли жите починало вже обявляти ся, але в таких чудних рослинних і звіринних формах, що дивують нас своєю живоотною силою серед конвульсійного і бурливого народження сьвіта? — Ся остання думка є найраціональніша, що її ми можемо вивести з усіх наших спостережень.

Додаймо ще до того, що навкруги сеї небесної кулі обходять 4 сателіти в віддаленю: перший — 430000 км., другий 682000, третій 1088000 і четвертий 1914000 км. Періоди їх обігу такі: першого 1 день 18 годин, другого 3 дні 13 годин, третього 7 д. 4 год. і четвертого 16 д. 16 год. Третій з цих сателітів більший від Меркура і сливе такий як половина землі.

Сатурн.

Від землі до орбіти Марса, 19 мільйонів лье; від орбіти Марса до орбіти Юпітера 136 мільйонів лье; тепер, щоб досягти Сатурна (рисунки 33) треба звідси перескочити страшенну безодню 163 мільйонів лье, бо ся планета ходить кругом сонця в віддаленю 355 мільйонів лье, в віддаленю майже 10 раз більшим, як віддалене землі від того самого осередка. Свій оборот навкруги сонця Сатурн виконує в 10759 днях, або в 29 роках 167 днях. Кружінь його має до 100 тисяч лье; його прогін відносить ся до прогону Землі, як 9,3 : 1 і має 118500 км.; його поверхня 85 раз більша від поверхні нашої маленької планети, а об'єм 719 раз переважає об'єм Землі. А про те він тільки 92 раз тяжший від Землі, і се свідчить про те, що матерія, що з неї він збудований, дуже легка і що її пересічна густина рівняє ся тільки 128 тисячних густоти нашої планети. Він плавав-би на океані як деревляна куля.

Сатурн ще більш, як Юпітер, приплюснений на бігунах, і его сплюсненість рівняє ся $\frac{1}{10}$; таким робом, коли его рівниковий прогін має 112500 км., прогін бігуновий має тільки 110000 км. Сей величезний світ обертає ся

навкруги себе в 10 год. 15 хв. В його році числять таких коротеньких днів не менше як 25217!

На Сатурні є зміни року, і в приближенню такої самої відносної інтензивності як і наші; але кожда з них тягне ся більш 7 років. Його віддалене від осередка багато більше від нашого, отже тепло і сьвітло, що він їх має від сонця, 90 раз слабше від того, що має земля, але можливо, що його атмосфера так збудована, що задержує се тепло, нічого з нього не гублючи.

Сатурн має таку властивість, що її мож назвати єдиною в усій соняшній системі: ся планета в значнім віддаленю окружена кільцем плоскуватим і дуже широким; ми його бачимо навкоса, через що вона нам замість круглого здає ся еліптичні, і то ширшим, то вузчим у попереку. Коли дивитись на нього з Землі, то здає ся, наче частина сього кільця проходить через планету, тоді як протилежна частина позаду її. Від передної частини кільця падає на кулю чорна тінь. Ся планета, як і всі иньші, не має свого власного сьвітла; її освітлює Сонце.

Без сумніву ся планета диво цілої сьвітової системи. Що за чудний твір! Висючи в небі Сатурновім на висоті 20000 км. над рівником, його кільце, ся небесна тріумфальна арка здає ся короною слави, короною, що має 71000 льє у прогоні і близько сотні км. здовж.

Кільце Сатурна виразно поділене на 3 пояси; в дійсности воно складає ся з великої сили частин, що з страшенною бистростою крутять ся навколо планети. Найблизчі до планети частини повинні обертатись в 5 годинах 50 хв.

найdaleші в 12 год. 5 хв. під загрозою упасти на поверхню планети. Крім сеї цікавої системи кілець, у Сатурна є ще 8 сателітів, що обертають ся навкруги нього.

Уран.

Переходимо в найdaleші країни соняшного царства, в ті країни, що тільки недавно віднайдено астрономами. В давні часи Сатурна уважали за край соняшної системи. Коли-ж неозидано 1781 р. Вільям Гершель, ганOVERський астроном, що емігрував до Англії, віднайшов нову планету, і через се межі соняшної системи відсунено з 355 до 733 мільонів льє! Се була правдива революція. Нову планету назвали Ураном.

В такім віддаленю (733 мільона льє) від загального осередка планетних орбіт, Уран обертає ся дуже повільно, він потребує 84 наших років, щоб виконати свій оборот. Виходить, що кожний рік на Урані рівний 84 нашим; коли там біольоґія в таких самих взаєминах з пересуванем планети, як і в нас, що тамошна десятилітна дитина має наших 840 років, молоде вісімнацятлітнє дівча не менш 1500 р., а столітний дід прожив 8400 наших років, себто він родив ся чотирь тисячі років до збудованя Пірамід.

Уран має 55400 км. у прогоні. З того виходить, що обем сеї планети 69 разів більший як обем Землі. Уран важить 14 раз більше від нашої планети. Матерія, з якої він складає ся, богато лекша від матерії землі. Густота її є тільки $\frac{1}{5}$ густоти земної матерії; виходить,

що вона більша від густоти Сатурна, але менша як густота Юпітера.

Ся небесна куля має чотириох сателітів; вони ходять не з заходу на схід, як уся соняшна система, але, дуже мало нахилені на плоскості орбіти, вони пересувають ся майже в вертикальнім напрямі до плоскості обороту самої планети.

Уран 19 раз дальше від осередкового світила, як Земля; виходить, що соняшний кружок для него буде 19 раз менчий у прогоні, а поверхня сего кружка буде 390 раз менша, від тої, що ми її бачимо. Які-ж зміни року може утворити сонце, коли воно 390 раз холоднійше, як у нас!

Про атмосферу Урана довідались за помічю спектрального аналізу. Вона ріжнить ся від нашої атмосфери своєю спосібністю втягання; такою спосібністю вона скидає ся більш на атмосферу Сатурна і Юпітера як на ту, якою ми дихаємо. Вона має в собі такі гази, яких зовсім нема на нашій планеті.

От нарешті світ, що з усіх боків ріжнить ся від нашого, ріжнить ся навіть більш того, як ріжнять ся умови життя в темних глибинах морей з умовами життя на Землі. Через се можемо прийти до думки, що сей світ не може бути заселений... бодай сотворіннями, подібними до нас. На його поверхні доси не можуть розібрати нічого певного, хіба тільки декілько невразних рівникових смуг.

Нептун.

Після того, як відкритє Урана в 1781 р. відсунуло межі сонячної системи з 355 до

733 мільонів лье від Сонця, відкриті Нептуна 1846 р. через Ля-Веріє відкинуло сі межі з 733 до 1100 мільон. лье, більш ніж на мільярд лье! Таким робом розуміне про всесвіт ширшало в людськїм розумі просто пропорціонально відкриттям в астрономії.

Прогін Нептуна має 48000 км.; поверхня 16 разів більша від нашої, а обем дорівнює 55-ти обемам землі. Він має одного сателїта.

Кожний рік сего сьвіта рівний 165-ти нашим. Коли на Нептунї, як ми вже се казали про Урана, живуть пересїчно по стїлько років як і у нас, тоді там дитина буде ще немовлем, маючи вже 200 наших лїт; люднї на приводї до війска буде 3300 років, а столїтні дїди стогнуть там під тягаром 16500 років. Напевно жите там іде дуже повільно.

Зрозуміло, що дякуючи віддаленю більш ніж мільярд лье, що відділяє нас від сеї планети, найсильнїйший наш телескоп не може нічого розібрати на її поверхні. Таким робом его фізична будова лишає ся майже зовсім невідомою нам. А про те ми все-ж таки знаємо дещо про нього через скорість его сателїта і через ріжні пертурбації на Уранї; знаємо, що його маса 16 раз більша від маси землі; що його пересїчна густота рівняє ся тїлько третинї нашої; що сила притягавя на нїм майже така сама, як і у нас. Крім того через спектральний аналіз, як і на Уранї, довідались, що тут існує атмосфера з великою силою втягавя; що в сїй атмосферї є гази, яких нема в нашїй, і що ся атмосфера майже однакова по хвмічнїй будовї з атмосферою Урана.

Віддалене Нептуна від сонця 30 раз більше, ніж Землі; коли денне сьвітло 30 раз далї

від Нептуна ніж від нас, то і прогін його здав ся з Нептуна 30 разів меншим, ніж з Землі; через се світло і тепло, що воно посилає, на Нептуні 900 раз менші від світла і тепла, що має Земля. Се мов-би вічний сумерк.

От такий останній остров нашого планетного архипелага, от така остання відома нам провінція соняшної республіки, остання точка нашого опису соняшної системи.

XII

Комети, зорі падучі, ураноліти.

З усіх небесних дивовиж комети напевно більш за все дивують нас своїм таємничим, а часом і дивним виглядом. Коли з'являють ся з глибини просторони, переходять перед нами і знову десь щезають. В давні часи на сі хвостаті небесні тіла дивились як на віщунів людських бід. Коли якому народови траплялось якесь нещастя, як приміром війна, революція, пошесть, повінь, посуха, або що иньше, та ще коли до того в давні часи людські злидні були частійші ніж тепер, бо тоді і такі випадки, як як смерть короля, або навіть і простого князя уважала ся за правдиве народне нещасте, — тоді часто бувало, що сі нещастя принадали в часі, коли показувалась комета на небі, через що і дивились на комети, як на знаки гніву божого. Тепер минув ся вже наш страх перед кометами, що в старину стілько раз, здавалось, віщували кінець світа; сей страх щез, дякуючи поступови в астрономії і розвою людського розуму.

Сї дивні небесні сьвітла мають часто незвичайно величний вигляд. Комети 1744 і 1811 років здивували усїх. Одною з найкращих комет 19-го віку була комета 1858 року; копію рисунку зробленого з неї в Париській обсерваторії подаємо на рисунку 35.

Комети — се прозорі туманности, що не мають ні маси, ні густоти; се скуплене чистого воздуха, без порівняня лекшого як той, котрим ми дихаємо; воно носить ся в просторі здовж дуже еліптичних орбіт. На 36 рисунку подаємо форму таких орбіт. Дивлячись на сей рисунок упевнимо ся, що комети тільки частину свого руху роблять в околі Землі. Маленьке коло на тім рисунку, се орбіта Землі, що по ній вона що року обходить Сонце.

Комети рухають ся в просторони в усяких напрямках під ріжними нахилами до плоскости орбіти нашої планети і хоч їх навкруги Сонця дуже багато і цілі тисячі навкруги нас, а про те вони не можуть стрінутись з Землею так легко, як се здаєть ся на рисунку, зробленім на папері. Їх орбіти окружають землю, як обручки і в вертикальнім і в горизонтальнім напрямі, не доторкаючись до неї в жадній точці. Майже зовсім неможливо, щоб комета стріла ся з планетою, бо до сего доконче потрібно, щоб комета не тільки перетяла небесну дорогу планети, але якраз в той час, коли через ту саму точку орбіти проходить планета. А про те ся стріча може трафитись. Серед тисяч комет, що їх бачили астрономи в часі пяти або шести тисяч років, знайшло ся небогато таких, що перетинали земну орбіту. Одною з таких була комета 1832 року: вона перейшла земну орбіту в ночі з 29-го на 30 жовтня 1832 р. Але земна

орбіта — се-ж не є сама Земля; Земля — се тільки точка на сій величезній дорозі, по якій вона летить, з шкороістю 106000 км. на годину. Коли комета 1832 року переходила через нашу орбіту, Земля була в той час від неї більш ніж 70 мільйонів км., бо вона прийшла на те місце орбіти, де переходила комета, аж за місяць, себто 30 падоліста.

Але чи стрічали ся коли небудь комети з Землею? А коли-б случилось ся таке, які би ся пригода мала наслідки? 30 го червня 1861 р. Земля стріла ся з кінцем хвоста великої комети. Ніхто сего не достеріг. Але-ж зіткнене було тільки з кінцем хвоста. Дня 27 падоліста 1872 р. комета Біеля, що так надовго пропала, повинна була стрінутись з Землею. Але замість того, був правдивий дощ з падучих зір. Їх на-числено до 160000. Таке було і 27го падоліста 1865 р. Але пропавша комета в дійсности розсипала ся в падучі зорі. В 1770 р. велика комета Лексель летіла просто на Юпітера, і перебігла через усю систему єго сателітів. Але сателіти через се не мали ніяких турбацій, а комета, навпаки схвбла з своєї дороги.

Сі небесні тіла, що своїм виглядом роблять на людей таке велике вражінє, здає ся складають ся з надзвичайно легких газів. Коли комета проходить перед зорею, вона не затемнює її: зоря блищить, як і блищала. Се часами трапляє ся і було приміром помічено 24го липня 1890 р. Коли комета приходить перед сонцем, що також иноді буває і було спостережено між иньшим 17го вересня 1882 р., вона робить ся зовсім невидимою. Виходить, що навіть саме ядро комети прозоре, з винятком мож бути, декількох зерен.

Спектральний аналіз показує на присутність в кометах углеродних газів і углеродно-водених сполучень. Наближуючись до сонця, ці гази нагрівають ті фантастичні хвости в декілька мільйонів лье здовж, які в ніщо иньше як наелектризовані хвилі стеру. Ці хвости завжди тягнуть ся проти сонця і зовсім не завжди позаду комети, як то звичайно думають, але часом і поперед неї. Іноді вони зовсім прості, частійш троха зігнуті.

27го лютого 1843 р., 27го січня 1880 р. і 17 вересня 1882 р. бачили комету з простим хвостом, що мав здовж декілька мільйонів лье; ся комета прямувала якраз до сонця а далі обійшла кругом него в декілька годин з швидкістю по 50000 метрів на секунду.

Ніщо не показує нам, щоб гази, з яких складають ся комети, були зовсім безпечними, і щоб при зіткненю їх з Землею, що було-б без порівняня дужчим від зіткнення двох поїздів express, бо комета летить ще швидче від Землі, оберненє сего руху в тепло і згук кометних газів з кислородом нашого воздуха не зробили загальної пожежи усього нашого світа. Коли-б астрономц оголосили по часописях день і годину нашого зіткнення з кометою, що з глибини простору насували-б ся на нас, то напевно всі наші справи і політичні, і торговельні і біржеві, а також і всі наші звичайні забави досить би скоро втратили всі свої цікавости. Перспектива такої близької катастрофи зворушила-б навіть найсміливіших, і всі соціальні нерівности загладили би ся перед такою загальною бідю. Хто знає, що було би після такої стрічи!

Звідки беруться комети? Коли-б вони з'являлись з простору, що лежить поза нашою сонячною системою, орбіти їх тоді були б менше скривлені. Форма-ж цих орбіт, навпаки, показує, що комети з'являються в межах сонячної системи. Помічено, що всі комети, що верталися назад, пересуваються по дуже подовгастих еліптичних орбітах і що їх один кінець наближується до сонця, а другий до орбіти планети. Виходить, що планети мали великий вплив на орбіти комет. Значна частина послідних мають свої афелії*) близько орбіти Юпітера.

Трохи вище ми казали про дощ з падучих зір, що був 27го листопада 1872 і 1875 р.; сей дощ дала комета Біеля; відтак вона щезла. Походження падучих зір справді сильно зв'язано з кометами. Після багатьох спостережень можна гадати, що доля комет — се розпад на частки і заміна в падучі зорі.

Падучі зорі — се маленькі космічні молекули, що літають в просторі і на своїй дорозі стрічаються з землею. Коли вони переходять в нашу атмосферу, то навіть в найвищих розріджених її шарах їх швидкий рух справляє таке тертя і стискання воздуха, що ці маленькі частини розгріваються, запалюються і навіть спалюються. Швидкість їх руху рівняє ся 42000 метрів на секунду, а швидкість руху Землі — 30000 метрів.

Коли-б Земля їх стрітила перед собою, то швидкість, що з нею вони переходили нашу атмосферу, була-б 72000 метрів! Але що вони

*) Афелій — що-найдалша від сонця точка орбіти планети або комети. Її протилежник (себ-то найблизча точка) перигелій.

стрічають ся більш менш навкоса, то скорість їх буває 30000—40000 метрів. Звичайно вони являють ся на висоті 120 км., а щезають на висоті 80 км.; виходить, що атмосфера досягає що найменше 120 км. в гору.

Найчастійше вони цілком згорають і тоді падають повільно в атмосфері, як невидимий пил. Він складає ся головню з желіза і ніклю; сліди його часто знаходять скрізь на землі, на вічних снігах Альпів, в дощевій воді і взагалі в таких місцях, куди дим фабрик не міг закннути жадної пилни желіза. Думають, що земна куля щорічно одержує близько 146 мільярдів падучих зір. Своєю масою вони побільшують масу Землі, і через се стає тихшим її оборот навкруги своєї осі і прискоряє ся рух Місяця навкруги Землі.

Иноді буває так, що падучі зорі не щезають в воздусі і летять далі тільки троха позбувшись своїх верхних шарів. Се особливо часто буває з більш або менш великими болідами.

Хоч ми раз-у-раз бачимо падучі зорі, але є такі часи, коли вони з'являють ся цілими роями на якій небудь стороні неба. Се буває приміром 10го серпня і 14го падолиста. В першій разі вони ідуть по орбіті великої комети 1862 р. і немов-би від співзіря Персея, в другім — по орбіті 1866 р. від співзіря Льва. Крім того 27го падолиста наша комета стрічає відломки комети Біелі; вони ідуть мов від співзіря Андромеди. В иньші дні року також буває паданє зір, але не таке велике, як у сі трь дні.

Ми тільки що згадували про боліди. Скажемо разом і про аероліти, або краще сказати,

ураноліти; се все каміня, що падає з неба, але подібно не має нічого спільного з кометами.

Боліди в'яжуть падучі зорі з уранолітами. Дуже блискуча і близька до нас падуча зоря має вигляд боліда; такий самий вигляд приймає і ураноліт у ту мить, коли він паде. Але дуже можливо, що й падучі ураноліти треба звати болідами.

Ще в давні часи знали, що з неба падає иноді каміня, хоч вчені признали се тільки в початку нашого століття. Богато було свідків сего дивовижного з'явища; Греки, так певні були, що се каміня падає саме з неба, що з побожністю ховали такий небесний камінь, що впав біля ріки Егос, і навіть желізу дали назвище „сідорос“. Можливо, що перші желізні струменти були зроблені з желіза, яке упало з неба. Не минає ні оден рік без того, щоб хтось не був свідком падання ураноліта на тій або иньшій частині земної кулі. Блискуче тіло летить з неба з страшеним тріском і, впавши на Землю, заглиблює ся в неї на сорок, п'ядесять, шістьдесять і навіть більш сантиметрів. Звичайно разом буває гуркіт, подібний до гуркоту грому, бо болід розсипує ся на тисячі кусників. Коли добутиєсь до того місця, де він впав, і доторкнути ся до нього, то видно що він розпалсний. Видно також, що вся його поверхня мов-би подивана від розтоплення; в середині він зовсім холодний. Боліди складають ся переважно з желіза і кам'яних частинок; иноді-ж в них навпаки переважає камінь, із зернами желіза. В иньших уранолітах, (ураноліт 14-го мая 1864 р. в Оргелі), не знаходять ні желіза ні каміня, а тільки один уголь.

Коли болід упаде не дуже близько, то люде, що бачать його паданє, все помиляють ся що до місця, де він саме упав. Їм здає ся, що він падає богато блище, ніж в дійсности. Одного дня я одержав з північної Італії звістку, що коло Міляну впав болід. З Швайцарії мене оповістили, що він упав в Женевське озеро; з Шомона, — що він повинен упасти на північ від самого міста; з приморської Бульонії, що болід упав в Ляманш. А справді, як виявилось, він упав в Англії.

Паданє болідів однаково чи в день, чи в ночі буває досить рідко для кожної певної місцевости. Ми кажемо про паданя тільки цілком певні, після яких знаходять каміня, що упало з неба. В останній раз таке паданє бачили у Франції в Гразаку 10го серпня 1885 р.; сей болід спалив стирту з 1500 снопів збіжа і Лоборийську ферму. Бувало, що боліди убивали і людей. В природничо-історичнім музею в Парижі є богато зразків ріжних болідів. Найбільший, знайдений в Мексику, важить 780 кі.

Боліди і ураноліти не мають спільного походження з падучими зорями, а бодай не падуть вони разом з падучими зорями. Вони без сумніву утворили ся з вибухів планетних вульканів. Богато з них, може має свій початок від Землі, що їх викинула з свого нутра, тим більш, що їх мінеральна будова така сама, як і землі. Для сього Земля, ще в геологічний період повинна була б їх викинути з своїх величезних вульканів і дати їм первісну силу летіти зі скорістю від 8000 до 11000 метрів на секунду. Тоді вони відлетіли б від Землі на віддаленя пропорціональні сій силі, і потім знову повинні були б

вернути ся до її орбіти. Колиб їм була надана сила летіти з швидкістю більш ніж 11000 м. на секунду, то вони залетіли би так далеко в безмежність, що ніколи не вернули би ся.

XIII.

Зоряне небо.

Загальний опис співзір (констеляцій).

В безусловній вічній тишині, глибокій небесній блищать зорі, укладаючись в безмежнім просторі в якісь таємничі групи. Повільно плывуть вони зі сходу на захід; ніч пересуває їх перед нашими очима, наче перед очима можливо-владного владки, що обсервує їх становище. Як-же зуть ся сі небесні світила, як мож їх розізнати, що вони є? От які питання кождей собі ставить, дивлячись на небо; але на сі питання не важко відповісти. Перш над усе навчимо ся чтати сю велику книгу Небес, постійно розгорнену перед нашими очима. Деякі головні зорі мож легко навчити ся.

Співзіря Велької медведиці або Воза, складає ся з семи досить блискучих зір і обертає ся навкруги північної або бігунової зорі. Се співзіря зуть також возом Давида. В ночі в кожду годину мож його бачити то високо в небі, то низько край неба, то на сході, то на заході воно мінєє свою дорогу відповідно годинам і змінам року.

На рисунку 37. подаємо сім зір сеї головної констеляції. Але ви всі напевно її бачили.

Вона все на небі і в день і в ночі стоїть на північному краю неба; вона повільно обертає ся в 24 годинах навкруги зорі, про котру зараз скажемо. У фігурі Великої Медведиці три зорі роблять її хвіст, а з чотирох других на взір четверокутника складає ся її тіло. А коли сю констеляцію звать Возом, тоді уявляють собі, що чотири зорі — се колеса, а три на кінці — се війє. Над серединою (ζ) з сих трох зір, що звать Мізром при добрих очах мож бачити зовсім маленьку зорю Алькор або їздець. Араби прозвали її Saigan, себто Спроба, бо на ній дізнавались, оскільки видюче у кого око. Кожда з зір сього співзіря визначає ся окремою буквою з грецької абетки; букви ідуть з початку по черзі: альфа (α) і бета (β) — се дві перші зорі, гама (γ) і дельта (δ) — дві другі, епсільон (ϵ), дзета (ζ) і ета (η) — се три послідні; крім того в кожній зорі є своє арабське назвище, але я їх не нагадуватиму, бо з винятком одного Мізара, їх не уживають.

Се блискуче північне співзіря, складаючись, з винятком дельти, з зір другої величини, ще з давних часів звертало увагу обсерваторів.

Тепер коли знаємо Велику Медведицю, покористуємо ся нею, щоб далі орієнтувати ся серед зір на небі.

Коли проведемо просту лїнію через 2 зорі β і α і протягнемо її далі на той бік альфи, так щоби ся лїнія була у пятеро більша, ніж яка вона є між бетою і альфою, або щоб ся лїнія була така, як простононь між альфою і кінцем хвоста (ета) то ми якраз знайдемо зорю, що трохи менш блискуча від попередних; вона стоїть на кінці фігури, схожої на Велику

Медведицю, але меншої від неї і поверненої хвостом у протилежний бік. Се Мала Медведиця, або малий Віз рис. 38; складає ся також з семи зір. Зоря-ж, що на кінци хвоста сеї Малої Медведиці і що до неї нас привела наша проста лінія від β до α , зве ся бігуною зорею.

Бігунова зоря варта особливої уваги, як і все те, що відріжняє ся від загалу, бо вона одна серед усіх зір, що блищать в ночі, лишає ся нерухомою на небі. В який-би час року, чи в день, чи в ночі, ви не дивились на небо, ви завсїгди знайдете її на однім і тім самім місци. Навпаки, усї инші зорі обходять за 24 години навкруги неї, як навкруги свого осередка. Бігунова зоря стоїть нерухомо на бігуні і звідси служить провідною точкою мореплавцям в океані і мандрівникам серед невідомих пустель.

Коли о півночі будемо дивитись на бігунову зорю, нерухому, як ми вже казали, на небі, то перед нами буде північ, позаду нас південь, праворуч схід, ліворуч захід.

По другім боці бігунової зорі проти Великої Медведиці лежить третя констеляція, яку теж легко розізнати. Коли від зорі ϑ провести просту лінію до бігуна і далі по другий бік бігуна протягти її на таке саме віддаленє, то перейдемо через фігуру Касіонеї, що складає ся з пяти головних зір і проте схожа на розтягнену букву М. Маленька зоря κ (капа), що нею кінчає ся четверокутник, робить її схожою на дзиглик. Се співзір'я приймає ріжні становища, обертаючись навкруги бігуна, і буває то зверху, то знизу, то з правого, то з лівого боку від него; але єго все легко знайти, бо воно все на небі і все з протилежного боку

від Великої Медведиці. Бігунова зоря є осередком, що навкруги нього обертають ся сі обі співзіря.

Коли тепер протягнемо від зорі α і δ Великої Медведиці дві прості лінії до бігуна так, щоб вони в сій точці зійшли ся і далі протягнемо їх по той бік Касіопеї, то вони приведуть нас до четверокутника Пегаса (рисунок 40), що з одного боку кінчать ся хвостом з трох зір, схожих до зір Великої Медведиці. Сі зорі належать Андромеді і приводять до співзіря Персея.

Остання зоря з четверокутника Пегаса є, як се видно на рисунку, першою зорею α Андромеди. На північ від β Андромеди коло маленької зорі можна побачити подовгасту туманність, що її порівнювали до полоніни свічки, коли на неї дивитись через рогову дощечку. Се перша туманність, що про неї згадують в астрономічних літописах.

В співзір'ю Персея блискуча зоря α містять ся на лінії трох головних зір Андромеди між двома менш блискучими зорями, що у купі з ними вона робить дуже значну горбувату дугу; за помічю сеї дуги можна легко орієнтувати ся далі. Коли її продовжимо в бік δ (рисунок 41), знайдемо дуже блискучу зорю першої величини: се Камеля або зоря α співзіря Візничою. Коли далі зробимо простий кут з сею дугою Андромеди в південнім напрямі, то знайдемо блискуче скуплене зір — Плеяди (Волосожар). Близько них мінлива зоря Альголь або голова Медузи.

• Зоря Альголь або β Персея належить до тих змінливих зір, що про їх давні прикмети скажемо далі. Замість того, щоб подібно до

внших зір мати завсїгди однаковий блиск, вона блищить то дуже ярко, то робить ся зовсїм блїдою; так що з зорі другої величини вона може зробитись зорею четвертої великості. Тільки при кінци сїмнадцятого столїтя уперше запримітили сю мінливість; з того часу довідались, що ся мінливість періодична і правильна, і що періоди її незвичайно короткі: найменший з них 2 днів 20 годин 48 хв.

Коли продовжимо криву лїнію Андромеди по другий бік квадрата Пегаса, то прийдемо до Чумацької дороги; в єго околицях знайдемо Лебедя, що нагадує собою хрест, Ліру, що в нїй блищить Вега, Орла (Алтаїр з двома сателїтами) і Геркуля — співзіря, що до нього жене в просторі укупі з нами наше Сонце.

Тепер звернемо ся на протилежний бік того самого бігуна. Почнемо знову з Великої Медведиці. Коли продовжимо її хвіст, знайдемо не дуже далеко від неї зорю першої величини — Арктурус. або α Волопаса (рисунок 39). Ліворуч від Волопаса маленьке коло зір — се Північна Корона. У травні 1866 р. там бачили ще одну маленьку зорю, але через п'ятнадцять день вона щезла. Співзіря Волопаса має форму пятикутника і складає ся з зір третьої величини, виключаючи Арктуруса, бо се зоря першої величини. Ся послїдна одна з найблизших до землі зір, бо вона належить до невеликої купи тих, що їх віддалене від землі мож було змірити. Вона від нас на 81 трилїонів лье і сяє чудовим золотисто-жовтим сьвітлом.

Коли протягнемо лїнію від Бігунової зорі до Арктуруса і з середини сеї лїнії другу вертикальну до Великої Медведиці, то найдемо близько Чумацької дороги одну з найблискучій-

ших зір на небі — Веги або альфу Ліри. Вона з двома що лиш згаданими зорями робить рівнобокий трикутник. Лінія від Арктуруса до Веги переходить через співзіря Геркулеса. Між Великою і Малою Медведицею знаходять довгий ряд маленьких зір, що складають з себе кільця наближаючись до Веги: се зорі Дракона.

От усі ті купи зір, в які вони злучаються біля бігуна; через се вони звуться підбігуновими. Усі ці співзіря обертають ся навкруги бігунової зорі, або краще сказати навкрути осі світа; нахил сеї осі до позему певної місцевости не міняє ся. Через сю незмінність повстає те, що над обрієм якого небудь місця в кождий час року підбивають ся все ті самі зорі. Деякі з сих зір сходять і заходять в ночі і ми їх бачимо, інші-ж роблять се в день, через що дневне світло не дає нам їх бачити. Ті зорі, що містять ся на небі близько самого бігуна, ніколи не заходять і їх мож бачити в ночі через цілий рік. Нарешті є ще такі зорі, що роблять свій добовий оборот під обрієм, і ніколи з наших місцевостей їх неможемо бачити, окрім тих місцевостей, що лежать на самім рівнику.

От, як бачите, небесна сфера може бути поділена на 3 пояси: 1) пояс підбігунових зір, що їх завсїгди мож бачити; 2) пояс зір, що сходять і заходять і що їх видимість зависить від часу року; 3) пояс зір, що ніколи не підбивають ся над обрієм. Через те, що ціле видне небо обертає ся в 24 годинах навкруги осі світа, усі зорі раз на день приходять через меридіян.

Знаємо, що Сонце в своїм видимім поході понад нашими головами іде по правильній непохитній дорозі, що кождий рік в той самий

час воно приходить на тій самій висоті на небі і що коли воно в грудні нижче як в червні, то се не через те, що его дорога змінилась; така відміна его позірного руху зависить тільки від змін року на землі, а саме сонце завсїгди вертає за рік на ті самі місця на небі, де воно було й торік.

Знаємо також, що зорі завсїгди оточують Землю, і що коли в день їх не видно, то се тільки через те, що дневне світло не дає їх бачити. Ту зоряну смугу, що в ній Сонце буває в часі цілого року, звать Зодіаком (від грецького слова *Zōdion*, себто звір); таке назвище повстало через ті фігури, що вбачають ся на сій зоряній смузі. Справді серед сих фігур головню мож знайти фігури звірів.

Цілу небесну кружіню поділено на 12 частин і подано їм призвища дванацять знаків Зодіака. Наші предки звали їх „будинками сонця“, або „щомісячними резиденціями Аполлона“, бо кожного місяця сонце навідує ся до одної з них. Ось усі сі назвища! Баран Υ , Бик \mathcal{B} , Близнята \mathcal{C} , Рак \mathcal{D} , Лев \mathcal{E} , Діва \mathcal{F} , Терези \mathcal{G} , Скорпіон \mathcal{H} , Стрінець \mathcal{I} , Козерог \mathcal{K} , Водолей \mathcal{L} і Риби \mathcal{M} . Знаки поставлені коло сих назвищ — се первісні показывки, що нагадують їх приміром Υ -роги барана, \mathcal{B} -голова бика, \mathcal{L} -течя води і т. д.

Коли ми добре пізнали північне небо, коли его головні зорі і їх взаємини добре впали нам в пам'ять, тоді вже нам не страшно братись до співзіря Зодіака — ми їх легко навчимо ся розпізнавати.

Для доброго знакомства з ними треба доконче слїдити за ними по мапі, (рисунок 42)

а далі вечерами розпізнавати зорі просто на небі.

Баран містить ся між Андромедою і Плеядами. Коли протягти лінійю від Андромеди до Плеяд, то ся лінійя пройде якраз через голову Барана, що складає ся з двох зір третьої величини. Баран се перший знак зодіяка, бо в той час, коли ся головна частина небесної сфери була встановлена, сонце проходило через сей знак в часи весняного рівнодення, і рівник тут перехрещував ся з екліптикою.

Далі іде Бик — (Цемо з заходу на схід.) Бика легко віднайти по Волосожвру (Плеядах), що сяє у него на раменах, по співзір'ю Гіяд на его лобі і по чудовій зорі на его правім оці — зорі Альдебаран першої величини. Під ним зараз співзір'я Оріона. Альдебарана мож розпізнати ще й по тім, що він містить ся на північнім продовженю лінійї трох Королів (р. 42).

Плеяди, що мов-би миготять на північнім заході від Альдебарана, складають ся з купи зір, серед яких голим оком мож легко начислити шість; але в телескопі їх видно декілько сотень.

З Близнятами зустрінемо ся, коли перейдемо від попередного співзір'я на схід; голови їх складають ся з 2-х чудових зір Кастора і Полюкса; їх мож також розшукати, протягши діягональ через Велику Медведицю в напрямі її війя. З другого боку Кастор разом з Капелою і Альдебаран творить гарний трикутник. Таким робом его зовсім легко знайти. Се співзір'я докінчують далі вісім або десять зір, що спускають ся вниз до Бика. Під ним знайдемо зорю першої величини — Порціон. Ся околиця, де містить ся Оріон, Сіріус, Близнята, Капеля,

Альдебаран, Плеяди, є найкращою з усеї небесної сфери. Над нашою півкулею вона сяє при кінці осені і в найкращі зимові ночі. По мітольоґічних оповіданнях Близнюки Кастор і Полукс були сини Юпітера, голосні зі своєї нерозривної приязни, за яку нагороджено їх безсмертною.

Під Кастором і Полуксом містить ся далі Рак; він складає ся з 5-ти зір четвертої або пятої величини. Се найменш значне співзір'я Зодіяка.

Лев — се великий трапез з чотирох чудових зір, що містять ся на схід від Близнюків. Їго мож знайти, коли провести в протилежнім напрямі лїнійку від альфи і бети Великої Медведиці. Найблискучійша з сих зір — альфа, з назвцем Регуль, се серце Льва.

Далі на схід за Львом буде Діва. Коли продовжимо коспну ворокутника Великої Медведиці на південь, стрїнемо чудову зорю першої величини, що її держить лївою рукою на нашім рисунку Діва: се колос Діви, зоря, що її знали ще з давної давнини. Тепер, коли вже знаємо Арктуруса, або альфу Волопаса і альфу Льва, можемо примітити ще, що сї дві зорі укупі з Колосом складають рівнобокый трикутник.

Терези -- самий знак Зодіяка. На схід від Колоса Діви бачимо дві зорі другої величини: се альфа і бета Терезів, або дві їх шальки. З двома другимц, менш блискучими зорями вони роблять косий квадрат на еклїптиці. Дві тисячі років тому сонце приходило тут за часи осїнного рівнодення, а звідси і початок сего знаку, що день рівняєть з нічею, праця зі сном“.

Скорпіона легко розпізнати, бо якраз у него на серцю червона зоря Антарес, першої величини; саме співзір'я має зогнуту форму. Антарес або альфа Скорпіона містить ся якраз на продовженю лнії, що злучає Регуля (альфа Льва) і Колоса; вихопить, сї три великі зорі сяють на одній простій лнії в напрямі з заходу на схід. Антарес крім того творить щє разом з Лірою і Арктурусом рівнораменний трикутник, в котрім Антарес є верхом.

Стрілець, що має вигляд косої трапези, містить ся трохи на схід від Антареса, коли держатись екліптики. Він складає ся з зір тільки третої величини (і менших). Се співзір'я ніколи не підбиває ся над обрїй Паряжа.

Козероґ також не має дуже блискучих зір. Альфа і бета, що сяють у нього на лобі — се єдині, що їх мож вбачити голим оком. Знайдемо їх, коли продовжимо лнію, що іде від Ліри до Орла. Ся околиця Зодіяка є найбіднійша небесна околиця, як раз супроти противлежної околиці, де ми зачаровували ся Альдебараном, Кастором і Полюксом, Капелою і иньшми.

Над Козерогом сяє Антаїр, або альфа Орла.

Водолей складає з своїх трох зір третої величини дуже сплюсненой трикутник. Його підстава продовжує ся далі цілою низькою у бік Козерога, а ліворуч у бік Урни.

Риба — послїдний знак Зодіяка містить ся на південь від Альдебарана і Пегаса. Вони звязані з собою стрічкою. Се співзір'я остільки-кож мало значне, як і попередне, бо складає ся з 2-х рядків ледви сяючих зір, які почина-

ючи від альфи, зорі третьої величини, що становить вузол стрічки, розходять ся — один іде до альфи Андромеди, другий до альфи Водолея.

Тепер, щоб наш загальний опис зоряного неба був зовсім скінчений, треба до него додати ще опис зір південної півкулі.

З усіх співзір тут найкращий Оріон. На зодіякальній мапі його легко знайти: під Биком і Близнюками на північ від Зодіяка побачимо сего велита, що простягає свою палицю до лоба Бика. Се співзір'я складає з семи різних зір: дві з них, альфа і бета першої величини, пять послідних — другої величини. Альфа і бета — се рамена, капа — праве коліно, бета — лїве; дельта, епсїльон, зета — се пояс: під сею лїнією блискуча смужка з трох зір, дуже близько положених одна біля одної — се Меч. Між західним плечем і Биком бачимо Щит, що складає ся з кривої низки маленьких зір. Голова означена одною невеличкою зорею четвертої величини.

Для більшої ясности роздивіть ся на 43 рисунку уклад зір сеї чудової констеляції. Ясним зимовим вечером її легко мож бачити на небі, коли стати чолом на південь.

Коли від пояса з обох боків протягнемо дві лїнії, то з західно-північного боку стрїнемо Альдебарапа, або око Бика, а на східно-південнім Сіріюса, найблискучійшу зорю на небі; ми скоро звернемо ся і до неї.

Се чудове співзір'я Орїона блищить над нашими головами в ясні зимові вечери. Нї в яку зміну року немає стілько зір на небі, як в зимі; Природа відкриває перед нами чудеса неба, починаючи з Бика і Орїона на сході і кінча-

ючи Дівою і Волопасом на заході. З вісімнадцяти зір першої величини, що містять ся на просторі цілого небесного склепіння, дванацять мож бачити з девяти годин до півночі; крім сего чудові зорі другої величини, знамениті туманности і всякі иньші небесні тіла — все се відкриває ся в змї перед очима зачарованого аматора. От сї головні зорі: Сіріус, Проціон, Канеля, Альдебаран, Кольос, серце Видри, Ригель, Бетельгез, Кастор і Полюкс, Регуль і бета Льва.

Таку гармонійну рівновагу нам усюди подає природа, і тоді як наші зимові дні вона робить короткими і холодними, вона дає нам замість сього довгі ночі з чудовим, усіяним зорями небом.

Співзір'я Оріона є не тільки найбагатшим по кількості блискучих зір, але в нїм є багато таких скарбів, що їх нема у жадного иньшого співзір'я; через се єго мож-би назвати Каліфорнією неба.

Я забув ще додати, що три зорі, що з них складає ся пояс Оріона, звать ся Трома Королями Магами, або цїнком Якова.

З південно східного боку Оріона сяє найкраща з усіх зір — Сіріус, або альфа співзір'я Великого Пса. Ся зоря першої величини містить ся в верхнім східнім кутику четверокутника, що єго підстава близька до обрїю в Парижі і сумежна з трикутником. Усі зорі, як четверокутника, так і трикутника — другої величини. Се співзір'я сходить вечером в кінці падолиста, проходить через меридіян з кінцем січня і з кінцем Марга заходить.

Коль астрономи вперше наважили ся змірити віддаленє від нас зір, вони першу свою увагу звернули на Сіріюса, як найяркійшу

з усіх зір на небі і після довгих і пильних спостережень, вони визначили нарешті се віддалене: воно дорівнює 23 триліонам лье.

Малій Пес, або Проціон містить ся над своїм старшим братом або Великим Псом і під Близнюками, Кастором і Полюксом, на схід від Оріону.

Видра — се довге співзір'я, що займає чверть неба над обрієм під Раком, Львом і Дівою, голова його складає ся з чотирох зір четвертої величини, містить ся ліворуч від Проціона на продовженю тої лінії, що іде між Проціоном і Бетельгезом. Альфа сего співзір'я — зоря другої величини, зве ся серцем Видри; тут ще знаходимо 2 не так значні скупленя зір. Ворон і Чаша.

Ерідан, Кит, Риба південна і Центавр — се одинокі значні співзір'я, що про них нам лишило ся побалакати. Їх можна знайти в ви численім порядку, праворуч від Оріона. Ерідан се ціла ріка зір третьої і четвертої величини; вона починає ся коло лівої ноги Оріона, Ригеля (рисунок 43), ве ся до самого обрія і щораз під ним, де вона кінчать ся чудовою зорею Ашернар, першої величини; але сеї зорі з наших широкостей побачити неможливо.

Щоб побачити Кита, треба знайти під Бараном зорю другої величини, що складає трикутник у купі з Бараном і Плеядами; се альфа Кита, або Щелепи. Зоря Шні — се одна з найцікавійших зір, її звать Дивною (чудовою) або *Mira Ceti*. Вона належить до тих зір, що міняють ся. То вона блищить дуже ярко, то зовсім меркне. За її змінами слідили з кінця 16 столітя і дізнали ся, що період побільшення і поменшення її світла рівнає ся пересічно

331 днєви; але проте він не все правильний: иноді наступає ранійш, иноді пізнійше на 25 днєв.

Нарешті під Колосом Діви стрічаємо ся з співзірем Центавра. Центавр має в собі найблизчу до Землі зорю, альфу, першої величини: віддалене її рівнає ся в приблвженю 10-ти триліонам лє. Але се вже південні співзіря, невидимі в наших широтах. З практичного боку вони нам нецікаві, а ми переважно повинні були описувати ті співзіря, що у нас над головами і навчити наших читачів легко їх знаходити.

Щоб доповнити наш попередній опис, подаємо далі чотири мапи, що показують нам зоряне небо в зимі, на весні, літом і в осени. Щоб користуватись ними, треба уявити собі, що вони у нас над головами, осередок показує зеніт, а небозвід спускає ся навкруги него до самого обрїя. Таким робом обрїй — се кружінє сих панорам. Повертаючи, всеодно в яким напрямі, мапу і дивлячись на неї то з півночі, то з півдня, то зі сходу, то з заходу, ми однаково знайдемо усі головні зорі. Перша мапа (рис. 44) показує небо в зимі (січень о 8 год. вечером; друга показує небо на весні (цвітєнь) о 9 год. вечером; третя — літом (липень) також о 9 год., і четверта в осени (жовтєнь) також в такий самий час (рис. 44—47).

Зорі блищать неоднаково, тож аби лекше їх віднаходити, поділено їх по величині. Властиво кажучи, слово величина тут не до річи, бо через те, що ся величина нам ще невідома, воно не має нічого спільного з дійсною величиною зір; се слово заховалось ще з того часу, коли думали, що найблискучійші зорі разом

з тим і найбільші. Се слово просто відповідає видимому блискови зір.

Всі зорі, які бачимо голим оком, поділені на шість клас. Видимий блиск зорі зависить разом і від її дійсної величини, і від її власного світла, і від тої просторони, що ділить її від Землі; отже сей блиск має тільки відносне значінє.

Але яке правдиве віддаленє від нас зір?

XIV.

Віддаленє зір.

Коли ми дивимо ся з землі на зорі, розсипані в ріжних гллубинах простору, то бачимо, що вони мають певний уклад; але такий уклад вони мають тільки через те, що на них дивимо ся з землі; якби на них подивитись з якої вньшої далекої небесної кулі, уклад їх був-би зовсім иньший. Тут все зависить від перспективи. Коли будемо стояти в ночі серед якогонебудь великого міського майдану, що на нїм є багато газових ліхтарень, то в певнім віддаленю не зможемо розізнати, які ліхтарні дальші, які ближчі: всі вони однаково відрізнятимуть ся на темнім тлі; їх видимий розклад зависить від тої точки, з якої ми на них дивимо ся, і мінє ся відповідно до того, чи ми ходимо здовш площі, чи впоперек. Се просте порівнанє поможе нам зрозуміти, чому ми не можемо судити про віддаленє зір, бачучи їх перед собою, і яким робом їх видимий розклад на небеснім склепіню цілком зависить від точки,

з котрої дивимо ся на них. Коли-б ми, залишивши землю, перелинули в просторі на досить далеке місце, ми були-б свідками видимої зміни в становищу зір, зміни тям більшої, що далі була би наша обсерваційна точка, від того місця, що з нього ми звичайно бачимо зорі, себто від землі. Але для сього нам потрібно було-б віддалити ся на таку просторонь, що відділяє бодай найблизчу до нас зорю, бо коли-б ми двинули ся на зорі хоч і з послідної планети соняшної системи — Нептуна, то побачили-б їх все таки в тім самім стані, як і з землі. Зміни були-б значні тільки тоді, коли-б ми могли перелинути на яку зорю. Досить хвилини розмислу, щоб переконатися о тім факті і сим визволити нас з потреби ще довше на ньому зупинятися.

Ще здавна зорі, видимі голим оком поділено на шість величин по їх блиску. Начислено 19 зір першої величини, між ними Сіріус, Канопус, альфа Центавра, Арктур, Вега, Ригель, Капеля, Проціон, Альдебаран. Зір другої величини числять 59, третої 182, четвертої 530 і т. д. Замічено, що в кожній слідуєчій класі зір більш у троє, ніж в попередній; так що, коли помножимо число зір якої небудь класи 3 рази, то матимемо в пливближеню число зір слідуєчої класи. Отже усіх зір шести перших величин, або краще кажучи тих зір, що ми їх бачимо голим оком, буде приблизно 6000. Звичайно думають, що зір багато більше, що їх мож начислити міріяди мільйонів: але се показує тільки те, що ми, як і в багато вньших случаях маємо нахил до прибильшування! А справді число зір, видимих голим оком, в обох пів-

кулях над цілою землею не переходить сего числа і навіть мало таких видющих очей, щоб начислили їх більш, як 4—5 тисяч.

Але де безсильні наші слабкі очі, там телескоп, се велитенське око, що побільшує ся що не рік, проймає в небесній глибині і віднаходить там без перестанку все нові й нові зорі. Після шостої величини перші глядні труби відкрили сему, а далі осьму і девяту; і тоді замість на тисячі, зорі почали числити десятками, а далі сотнями тисяч. Але більш удосконалені інструменти переступили й поза сї межі і відкрили зорі десятої а навіть одинацяті величини. З того часу їх почали числити мільонами. Зір дванацяті величини числять 9556000; додайте до сього зорі одинацяти попередних величин і матимете більш чотирнацять мільонів. За помічю ще більших удосконалень перейшли й сї межі. Тепер, починаючи з зір першої величини до зір тринадцяті величини включно, числять їх 43000000. Дивлячись в телескоп, більш не бачимо ні співзір, ні темного тла; там блищить тільки дрібний золотистий пил, на таких місцях, де голим оком бачимо тільки темряву, що на ній блищать дві, чи три зорі. Відповідно до того, як дивовижні відкриття в оптиці будуть побільшувати глядну силу, всі країни неба укриють ся сивим золотим піском, і прийде час, коли здивовані очі зупинять ся перед скупленем зір, що без перерви йдуть одна за другою, і нічого не вбачать перед собою крім ніжньої тканини сьвітла.

Число зір безмежне.

Оскільки велику просторонь займають сї міріяди зір, що безупинно йдуть в просторі одна за одною? Се питане завсїгда звертало

на себе увагу як астрономів, так і взагалі мислителів; але тільки з недавніх часів мож було розпочати висліджуване сего питання, бо тільки з недавніх часів маємо засобв, користуючись якимв можемо досягти сього. В давні часи не мали жадного розуміння про віддалене небесних тіл, так само як і про їх природу. Більшість початок їх бачила в самій землі; думали просто, що вони відокремились від землі і підбили ся над нею, як приміром підбиває ся блудячий вогонь над болотом; можли скласти довгу і цікаву історвію з усіх сих первісних розумінь про всесвіт, розумінь, що зовсім не годили ся з гармонією і величністю творіння. Зміряти віддалене — від нас навіть найблизчих зір так само тяжко; як і зміряти товщу волосини. І багато минуло часу перш, ніж досягли сього!

Найблизчу до нас зорю знаходимо в південнім співзір'ю Центавра; се його альфа, зоря першої величини. Після найновіших дослідів дізнали ся, що вона' далі від нас ніж сонце 275000 раз; а що віддалене сонця 149 мільонів км., то віддалене сеї зорі від нас буде приблизно 10 трлїонів льє, або 10 тисяч мільярдів.

Дуже тяжко і навіть зовсім неможливо уявити собі подібну далечинь; для сього нам треба в думках, прилучивши до розуміння про просторонь, розуміння про час, промандрувати здовж сеї лінії і через се поступенно збагнути усю сю довжину. Такий спосіб уживаємо і на землі. Коли нам скажуть, що від Парижа до Страсбурга 500 км., то спершу нам тяжко уявити собі сю просторонь; але коли знаємо, що поїзд express, що йде з пересічною швидкістю 50 км. на годину, перебіжить сю дорогу в 10 год., нам буде легше уявити собі довжину сеї

дороги. Сей метод, дуже корисний для невеликих віддалень на землі, доконче потрібний для небесних віддалень. Таким робом міримо просторонь часом і тільки замість швидкості поїзду, беремо швидкість світла, що пробігає 300000 км. на секунду.

І от, щоб прибігти ту просторонь, що відділяє нас від найближчої зорі альфи Центавра, світлови потрібно 4 роки і 128 день. Коли-б ми захотіли се ясно собі уявити, ми не повинні були зразу перескакувати за ним від місця його виходу до місця його прибуття, бо так ми не могли-б ясно зрозуміти усеї довготи сеї дороги; навпаки, ми повинні поступово прослідити за сею мандрівкою проміння, уявити, що пробігаємо 300000 км. в першій секундї початку свого відходу, 30000 км. у другій, а се вже буде 600000 км.; далі 300000 км. в третій і т. д. безупинно в часі 4-х років і 4-х місяців. Зробивши се, зрозуміємо страшенну великість сего числа; а без сього воно не буде мати для нас ніякого значіння і лишиться ся цілком незрозумілим, бо воно переважає всі ті числа, що звик вживати наш розум.

Ми вже казали, що найблизча до нас зоря — се альфа Центавра. Далі безпосередно за нею по своїм віддаленю від землі йде зоря, що міститься в другій небесній країні, в співзір'ю Лебеда. Се наша друга сусідка, хоч сусідство не забороняє їй бути від нас на 17 тисяч мільярдів льє. Далі йде найближкучіша в небі зоря — Сіріус; віддаленє її 23 тисячи мільярдів льє.

Астрономи обчислили віддаленє 30-ти зір. Тут подаємо списе наблизчих з тих зір, що їх мож бачити голим оком (виключаючи послідну)

Перший стовбець цифр показує собою величину зір, другий кількість радіусів земної орбіти (віддалене землі від сонця), що умістилися б один по одному між землею і зорею; третій стовбець цифр — віддалене в триліонах лье, четвертий кількість років, потрібних світлові, щоб перебігти з зорі на землю.

Назва зір.	Величина.	Просторонь в радіусах земної орбіти	Просторонь в триліонах лье	Довгота руху світла.
Альфа Центавра	1 0	275000	10	4 $\frac{1}{3}$
61a Лебедя	5.1	469000	17	7 $\frac{2}{5}$
Сіріус	1,0	625 00	23	9 $\frac{9}{10}$
Проціон	1,3	761000	28	12,0
σ Дракона	4,7	838000	31	13,2
Альдебаран	1,5	874000	32	13,8
ϵ Індієць	5,2	937000	35	14,4
O^2 Ерідан	4,4	1086000	40	17,1
Алтаір	1.6	1086000	40	17,1
η Касіопеї	3.6	1272000	47	20 1
Вега	1,0	1375000	51	21.7
Капеля	1.2	1875000	69	29,6
Арктурус	1,0	2194000	81	34,7
Бігунова зоря	2,1	2318000	86	36,6
μ Касіопеї	5,2	3438000	126	54,4
1830 Грумбрідж	6,5	4583000	200	72,5

Таким робом навкруги нашої соняшної системи, поза межами Нептуна по всі напрями тягне ся пустеля близько до 10 тисяч мільярдів лье майже 9 тисяч раз більша від тої просторони, що ділить нас від Нептуна. І на всім тім незрозуміло великім просторі нема жадного сонця.

Ся таблиця подає нам найпевніші цифри, що ми їх досі мали про віддалене від нас зір.

А що ті зорі, які нам здають ся по своїм блиску, або величині найблизчими до нас, більш усього слїдять, то мож з певністю сказати, що се власно й є найблизчі до нас зорі. Огже, наше сонце, одна з зір простору, цілком відокремлене в безкрайности, бо слїдуюче за ним сонце панує на віддаленю 10-ти трилїонів або 10-ти тисяч мільярдів лье від него. Не вважаючи на незвичайну швидкість свого руху — 75000 лье на секунду — сьвітло долїтає до нас з сего сонця тільки за 4 роки 128 день. Гукови або гарматній кулі, що пролітають по 340 метрів на секунду, потрібно було-б більш як три мільїони років, щоб перелїтати сю безодню. А поїзд express, що йшов би із сталою швидкістю шестидесять км. на годину, добіг-би до нас з сонця Альфи Центавра тільки за 75 мільїонів років.

Ми вже казали, що коли-б простягти з сонця на землю міст, то він-би мав 16600 арок такої довжини, як прогінь землі: а щоб досягти найблизшої до нас сонця-зорі, потрібно було-б 275000 таких мостів.

Коли до найблизчих до нас зір десятки і сотні трилїонів лье, то віддалене зір, які бачимо тільки через телескоп, може міряти ся квадратїонами, квінтїльонами, мільїонами мільїардів мільїардів лье. Що то за величні сонця! Їх сьвітло досягає до нас з таких далечинь! І от такі далекі сонця людська пиха хотїла присилувати обертати ся навкруги нашої мікропїчної кулі! Щоб долинути до нас від деяких блискучих зір, сьвітлові потрібно більш, як сто років; воно летить тисячі років, щоб принести нам звістку від більш далеких зір; десятки тисяч років, щоб прибути з других ще

дальших країн простору, п'ядесят, сто тисяч років, щоб перелинути безмірну безодню, що відділяє нашу планетну систему від далеких зоряних систем, відкритих дякуючи телескопови.

Безкрайність заселена зорями, що кожда з них є сонце. Мільярди сонць — се осередки невідомих планетних систем.

В каталогах і небесних мапах установлено певне положенє вже близько мільона зір. Далі уживатиме ся ще скорійший метод, як телескопічні спостереження, уживатиме ся фотографія, що за її помічю мож буде установити дійсне положенє усіх зір на небі до 110ї величини, себто близько 1⁰-ти мільонів зір.

XV.

Дещо цікавого про зорі.

Безмежність неба.

Кожда зоря, що сяє в просторі, є сонце таке саме велике, як і те, що сьвітить нам, таке саме богате, таке доконче потрібне, такої самої природи. Більш того: наше Сонце — се одна з найменчих зір, що ми їх знаємо. Сіріус, Канопус, Вега, Рігель, Капеля безпорівняна величнійші, безпорівняна яркійші від нього. Між сими далекими сонцями вньші такі саме прості, як і наше Сонце і мають навкруги себе планетну систему, подібну до тої, що її частиною є і наша Земля; вньші з них подвійні; складають ся з двох однакових, або ріжних

сонце, що обертають ся періодично одно навкруги одного; є серед них і потріпні, почвірні і т. д.; деякі з них, замість того, щоб бути білими, як от наше Сонце, мають ріжні чудові краски; є як кров червоні, є багрові, жовтогорячі, фіялкові, зелені, як ізмарагд, блакитні як шафір; крім того нинші з тих барвистих сонцець подають чудові сполученя ріжних красок, напр. рубіна з ізмарагдом, топаза з шафіром.

Є між сонцями і такі, що ще з часів перших спостережень Гіпарха вже 2 тисячі років тому, почали потроху зменшати своє сьвітло і нарешті зовсім згасли. У нинших блиск навпаки усе побільшує ся, і тепер вони багато блискучійші, ніж були колись. Ще нинші змінили свою відтїнь і стали більш або менш закрашеними. Є навіть і такі, що з'явивши ся неожидано, поблищали ярко через кілька тижнів, чи місяців і знов щезли у темряві. Така була, знаменита зоря Касіопеї, вона неожидано з'явила ся в 1572 р. і проістнувала тільки 18 місяців; її асімілювали з зорею Магів. Ще була така, але менш блискуча зоря і в північній Короні в 1866 р. Се так звані „часові“ зорі; в часі 2-х тисяч років їх начислено близько двацяти.

В деяких зорях помітили періодичні зміни їх блиску, через що зоря, що її спершу немож було бачити голим оком, робить ся видимою, що далі все побільшує своє сьвітло, відтак потроху починає все його зменшати і нарешті зовсім щезає і через який певний період часу вона з'являє ся і знов починає ся ряд таких самих з'явищ; періодичність сих зявищ буває вноді остільки правильна, що тепер їх враховують заздалегідь.

Щоб зрозуміти, як виявляють ся сі дивні зміни, уявимо собі, що наше сонце також підлягає таким самим змінам. Сьогодні приміром воно висьвічує своїми огнистими проміннями і проливає в воздух цілі струї сліпучого сьвітла; в часі декількох днів воно лишає ся все таким; але от на тім-ж самім яснім небі блиск сонця що не день починає меншати; за тиждень воно втратило вже половину свого блиску; за два тижні на него вже мож просто дивитись, его блиск стає де далі меншим і нарешті сонце, зовсім бліде і холодне, шле на землю тільки бліде промінє.

Але воно відроджує ся і разом з ним відроджує ся і надія. Згасле сьвітло починає розгорати ся; воно стає білійше, яркійше і що далі все більшає; за тиждень воно знов дає сьвітло і тепло, що нагадує колишне сонце. Але сила його все росте і коли промине такий період, як період його згасання, сонце знов засяє в усій своїй силі і величності. Прикметою такого нового сонця була б періодичність, так само як прикметою нашого сонця є спосібність заховувати сталє сьвітло і тепло.

Цілком зрозуміло, що подібні зміни блиску дуже дивують кожного, хто бачить їх в телескопі. Періоди сих змін бувають ріжної довжини. Зоря χ шні Лебеда переходить від 5ої до 11-ої величини в періоді 40⁴ день. Друга зоря, що про неї ми вже згадували в розділі про співзіря о Кита, яка зве ся також Чудовою (*Mira Ceti*) переходить від другої величини до цілковитого загину. Зміни зір иноді відбувають ся за дуже короткий час. Найшвидше переходить від свого максімуму до свого мінімуму, се зоря Альголь з голови Медузи (β Персея).

В однім дні, десяти годинах, 24-х хвилинах вона доходить до свого мінімуму і за такий самий час вертає до свого максимуму: отже її період має тільки 2 дні, 20 год., 48 хв. Зоря δ Цефея переходить від третьої до п'ятої величини в періоді 5-ти днів, 8-ми годин, 67 хвилин.

Сі зміни, як бачимо дуже різнородні і відбуваються вночі з надзвичайною швидкістю. Які-ж там сили кермують сими велитенськими переобразами світла? Сього наука ще не може докладно визначити. А про те все таки знають, що короткі періоди змін — се наслідки міс, що повстають з обертавля темного сонця навкруги сяючого, через що темне сонце і заслонює часами більшу або меншу частину ясного. Сей факт доказано в 1890 р. що до зорі Амоль.

Дякуючи телескопови віднайдено багато таких зір, що голому оку здаються простими, а насправді вони подвійні. себто складаються з двох близьких зір, що обертаються одна навколо другої: періоди їх обороту вже враховані; вони мають від десяти років до сотні, п'ятисотень, тисяч і більш років; вночі система зір буває потрійна: одна велика зоря з'являє ся в супроводі двох маленьких: сі останні, обертаючись одна навкруги одної, в той-же час пересувають ся в купі повільно навкруги більшої. Між сими складовими зорями стрічаються часто найдивовижніші контрасти красок. На ука з сього боку так посунулась уперед, що недавно був зложений каталог близько тисяча зір, подвійних в своїх рухах, і була намальована мапа більш ніж для десяти тисяч подвійних зір.

Найцікавіші з них красками ось які: γ Андромеди жовто-горячої ізмарагдової краски; β Лебеда — золотої і шафірової, α Геркулеса — жовтогорячої і блакитно-зеленастої; α Хортів — золотої і бузкової краски; Мізар Великої Медведиці має вигляд двох блискучих діамантів. Сї видимі голим оком зорі легко роздвоїти за помічу звичайних оптичних інструментів.

Щоб показати читачам, який вигляд мають подвійні зорі в телескопі, подаємо два рисунки (48 і 49); на першім бачимо подвійну зорю γ Діви; тут обі зорі однаково третьої величини, на другім — орбіту сеї пари, що по ній вони виконують свій повний оборот в 175 роках.

Уважна обсервація упевнила астрономів, що зорі зовсім не нерухомі в просторі, як ранійше думали, а що кожда з них має свій власний рух. Так приміром чудова зоря Арктурус, що її мож бачити вечером на продовженю хвоста Великої Медведиці, віддаляє ся повільно від тої нерухомої точки, що нею її позначили на небесних мапах два тисячі років тому і простує в північно-західний бік. Їй потрібно 800 років, щоб пересунути ся на небі на таку видиму просторонь, як видимий прогін Місяця. А про те, се пересуване настільки значне, що звернуло на себе увагу більш ніж півторасто років тому, бо ще Галей в 1718 р. спостеріг се переміщенє, так само як і пересуване Сіріюся і Альдебарана. Який-би повільний сей рух нам не здавав ся з того віддаленя, на яким ми его помічуємо, се пересуване виконує ся з швидкістю найменш 160 мільонів льє на рік. Сіріус потребує 1238 років, щоб про-

бігти по видимім небі таку саму просторонь; а се буде рух коли завважити його віддалене від нас. що найменше 160 мільонів лье на рік.

Висліджуване власного руху зір зробило великий поступ в останню половину столітя, а особливо в останні роки. З'явилась можливість бачити пересування усіх, видимих голим оком зір, а також богатюх, видимих в телескопі; деякі з них рухають ся в просторі остільки швидко, що навіть і уявити собі неможна. Найшвидча з усіх, що ми їх знаємо, се маленька телескопічна зоря співзіря Великої Медведиці; вона не має власного назвища крім числа 1830 в каталозі Грумбриджа. Вона приходить сїм секунд дуги щорічно, а що вона від нас дуже далеко, то сей кусничок дуги відповідає скорості 2822000 лье на день! Ся швидкість в четверо більша як хуткість рухів землі і 300 від скорості руху гарматної кулі. І от такі небесні тіла звать нерухомими!

Дякуючи безупинному поступови в астрономії бачимо тепер, що сонця пересувають ся в просторі по всіх напрямках з ріжною швидкістю, і через сї пересування повільно зміняє ся положене співзір. Небо перетворює ся вік вічно як і земля. Безупинні рухи оживлюють сї просторони, що на них дивились колись, як на місця побуту смерті і недвижимости; а сї далекі сонця, що горять в сумежности, показують ся нам незчислимими огнищами, що плывуть в просторі і несуть з собою цілі системи планет, які нами підтримують ся і заплodнюють ся; сї сонця ріжної сили, иньші з них відокремлені, другі з'єднані в пари і навіть цілі гурти. Иньші не міняють свого блиску, иньші міняють і сьвітло і краску; всі вони кидають! від себе

в безкрайність незчислиме проміне, що зі страшенною бистротою розливає ся навкруги них, мов ті блискавки; і променіє се проміне віками віків.

Велитенське око телескопу відкрило нам ще скуплення зір, які здають ся нам, коли на них дивитись через слабе оптичне скло, просто молочними плямами; але в сильних оптичних інструментах бачимо в них масу блискучих точок, а кожда з них є сонце. Се купи зір, се далекі світи, се цілі міліони сонець і систем! Яка неосяжність простору, що його вони обіймають? Які великі ті страшенні віддаленя, що ділять їх від нас? Ні телескоп, ні обчисленя не можуть нам на се відповісти.

Подаємо тут одну з найцікавійших куп зір, купу Геркулеса (рис. 50). Її завсїгди видно в наших широтах і навіть голим оком.

Молочна (чумацька) дорога, котрою можемо любовати ся кождої ясної ночі, складає ся також із зір, стиснених, як здає ся до купи; але в дійсности вони далеко одна від одної, бо внакше через обопільне притяганє вони злипли би ся вже в одну масу; рівноважність небесних куль можлива тільки при їх значних віддаленях і при їх відносно повільних кривобіжних рухах. В молочній дорозі начислено 18 міліонів сонець.

Сі непогадані скуплення зір повинні сягати далеко в глибину простору, білота їх світла творить ся з тої безлічи зір, що містять ся одна поза одною. Окружаючи нашу землю, молочна дорога творить майже коло на небесній сфері, то наше Сонце, що містить ся біля осередка, є також одною з зір сього кола. А купи зір, що їх віднаходять в глибині неба, є, сказати так, сусідні молочні дороги. -

Крім усього сього знаходимо на небі телескопом ще туманности, що ніяк не розкладаються на окремі зорі, яка-б не була велика оптична сила нашого телескопа. Спектральний аналіз показав нам, що ці туманности складаються з газів. Се напевне світи ще тільки в періоді своєї формації.

На тім і зупиняють ся останні винайдення людської допитливости. Всі ці зоряні купи, всі ці туманности, всі ці далекі світи ріжні з нашим світи так далеко від нас, що світло їх може досягти до нас тільки через мільйони років. Дуже можливо, коли не напевно, що деякі з цих газових туманностей, що ми їх аналізуємо тепер в телескопі, і що в них бачимо світові системи в періоді їх формованя, давно вже повиходили з сього первісного становища і поробили ся в сей час вже правдивими, укінченими світами; відбираючи їх світло так пізно, бачимо не те, якими вони тепер є, а те, якими вони були в ті далекі часи. коли послали нам своє проміне, що ми єго одержали тільки тепер. Так само можливо, коли не напевно, що такі або иньші зорі, що ми їх бачимо у певний час, і що на пізнанє їх природи докладаємо стільки праці, що такі зорі мож бути зовсім не існують вже тому віки й віки. Ми бачимо всесвіт не таким, яким він є, а таким, яким він був і був не одночасно в усіх своїх частинах а навпаки, яким він був в ріжні часи, бо світло від одной зорі доходить до нас за 10 років, від другої за 20, 50, 100, тисячу і т. д. років.

Сильні телескопи, збудовані в послідних роках, дійшли так далеко в глубини простору, що відкрили зорі пятнадцятої величини; тих зір

не може бути менш, як сто мільйонів. Цифри роблять ся такі великі, що пригнітають нас своєю великістю і вже нічого нам не говорять. І що то є сі сто тисячи мільйонів перед безкрайністю? Пісчина в морі.

Аджеж навкруги нас безкрайність! Полинємо в думках за промінем сьвітла, прудким як блискавка, що біжить в часі сотні тисяч років з швидкістю 300000 км. на секунду. І що буде значити пролинута ним дорога перед безкрайністю!... Нуль.

Летимо далі за промінем сьвітла. Ми вже давно залишили позаду себе нашу соняшну систему. Ми серед зір: Полинємо до якої-небудь точки в прсторі з тою самою швидкістю сьвітла і не зупиняючись ні на хвилину, перелинемо через усі сі зоряні царства, через усі сі різнобарвні системи. Сонця, ріжні сьвіти, комети; дивні сьвіта приходять під нашими ногами, а ми все летимо, все летимо. За столітя, за десять, сто, мільярд століть сього фантастичного, прудкого як блискавка, безупинного лету, коли ми захочемо нарешті схаменути ся, дізнати ся, де ми є, знайти поглядом гранці сього краю, що все тікає перед нами, зупинитись, щоб змірити в думках перелинену дорогу, засліплені такою величністю, здивовані такою неосяжною могутністю безкрайности, ми будем одночасно і здивовані і обурені, приголомшені і збентежені, побачивши, що в дійсности ми ні на крок не посунули ся в перед, ні на єдиний крок в прсторони! Ми ще тільки перед дверима безмежности, так само, як ми були і в момент початку нашого лету!

Просторонь не має границь. Хоч би який ми йому поставили край, зараз наша думка

летить до свого краю і бачить, що поза ним знову починає ся простір. І хоч ми не можемо зрозуміти безкрайности, однак кождий з нас відчуває, що йому легше збагнути безмежний, ніж обмежений простір і неможливо, щоб простір не існував скрізь. Розуміння про неосяжність неба вселяє в нас чуття безмежности.

А хиба подібні почування, подібні розуміння не підносять, не перетворюють тих звичайних ідей, що складають ся про всесвіт. Хиба знання тих високих правд не повинно бути відставою усякої поважної науки? Хиба не дивно бачити, що велика більшість людей живе й умирає, навіть і в думках не уявляючи собі усеї величності природи, навіть не дбаючи про те, щоб зрозуміти ту чудову дійсність, що навкруги них?

Заховаємо-ж хоч ми в своїх думках єї скарби найдорожчих правд, здобуті розумовою працею стількох віків; посвлякуємо ся зрозуміти величність природи так, як вона на се заслугує, і завсїгди чисті в своїх почуваннях, жиймо в цих високих сферах і звідси пануймо над марністю і повсюдністю матерьяльного життя.

З М І С Т.

	Стор.
I. Небо	3
II. Астрономія	6
III. Наша планета	17
IV. Рухи землі	25
V. Наслідки рухів землі	30
VI. Нове око людскости	40
VII. Система світа	49
VIII. Сонце	58
IX. Місяць	66
X. Методи в астрономії	77
AI. Опис планет нашої системи	91
Меркур	91
Венера	94
Марс	97
Дрібні планети	102
Юпітер	103
Сатурн	107
Уран	109
Нептун	110
XII. Комети, падучі зорі, ураноліти	112
XIII. Зоряне небо,	120
XIV. Віддалене зір	134
XV. Дещо цікавого про зорі	141





