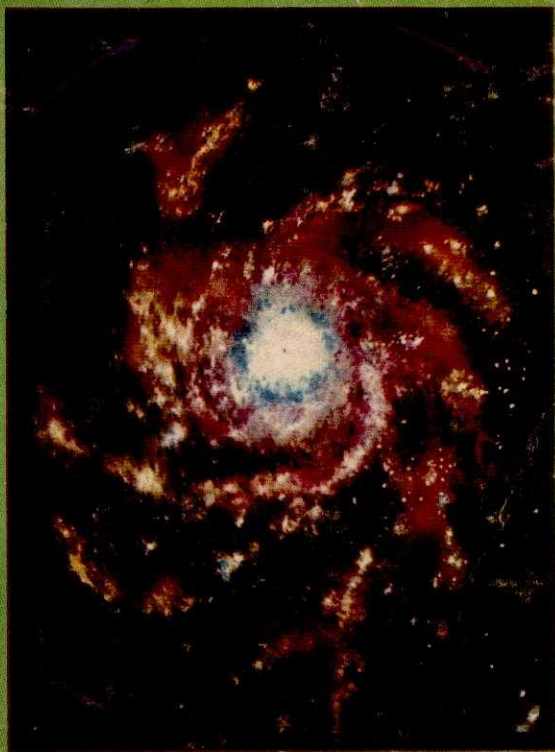


АСТРОНОМИЈА



БИБЛИОТЕКА
АТЛАСИ ЗНАЊА



• ВУК КАРАЏИЋ •
БЕОГРАД

БИБЛИОТЕКА АТЛАСИ ЗНАЊА

КЊИГА ЧЕТВРТА

Уредник: др Снежана Пејаковић

АСТРОНОМИЈА

Превод и стручна редакција:

Георгије Поповић

сарадник Астрономске оперсваторије
у Београду

Рецензија:

проф. **Милош Бермановић**

виши стручни сарадник
Универзитета у Београду

Наслов оригинала: Tavole di astronomia. © 1968, С. Е. Giunti Bemporad Marzocco, Firenze.
Заједничко издање: „Вук Караџић“, Београд, „Веселин Маслеша“, Сарајево и „Младинска
књига“, Лубљана. За ИП „Вук Караџић“: Момчило Поповић, директор. Лектор и коректор:
Гордана Петровић. Технички уредници: Момчило Борђевић и Милорад Радојчић. Штамп:
„Младинска књига“, Лубљана. 1970.

УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

„Да се звезде, уместо што сјаје
увек над нашим главама, могу ви-
дети само са једне тачке Земљине
кугле, људи би у великим групама
непрестано онамо путовали да мо-
тре и да се диве чудесима неба“.

Сенека

Интересовање за астрономију никада није било мало, јер она од давнина привлачи нашу пажњу. Небо је било и остало циљ коме човек тежи. — Шта је и где је Земља у бескрају васионе? — пита се човек и покушава да пронађе одговор.

Но и поред интересовања за ову област науке код нас постоји веома мало популарне астрономске литературе. Циљ овог корисног и практичног приручника је да код најширег броја читалаца развије интересовање за ову науку и да послужи као модерна и практична допунска литература за учење и овладавање тајнама и основним законима васионе.

Превод „Астрономије“ прилагођен је нашим условима. Мање редакцијске измене вршене су у одељцима о астрономским опсерваторијама, малим планетама, звездама видљивим слободним оком и у одељку о типовима звезда. Књига је допуњена краћим одељком о неким основним појмовима положајне астрономије.

У тексту нема математичких формула. Књига није писана као уџбеник, али има својства изванредног приручника: систематична је, сажета и јасна. Упоредно излагање материје кроз текст и слику код нас се веома мало користи, а изванредно помаже визуелном памћењу и непосредном упознавању посматрачких метода и природних појава. Иако концизна „Астрономија“ обухвата скоро све области ове науке, укључујући радиоастрономију и астронаутику.

Г. Поповић

КРАТАК УВОД

Замислимо да се једног ведрога дана нађемо на узвишењу са кога видимо хоризонт у свим правцима. Сунце управо залази спуштајући се полако испод линије хоризонта, а високо на небу, које личи на бескрајну куполу, јављају се сићушне светле тачке чији се број постепено повећава нестајањем Сунчеве светлости. То су *небеска тела*. Она скоро сва веома брзо мењају јачину свога сјаја: ради се о такозваној *сцинтилацији* (треперењу). Небеска тела код којих опажамо сцинтилацију јесу *звезде*; друга, у далеко мањем броју, са сталном светлошћу, јесу *планете*.

Звезде су небеска тела огромних димензија са сопственом светлошћу, док су димензије планета далеко скромније. Планете се налазе на релативно малим даљинама од Земље и немају сопствену светлост. Можемо да их видимо захваљујући одбијању Сунчеве светлости од њихове површине.

Посматрање небеских тела указује на њихово заједничко привидно кретање од истока према западу, око једне замишљене осе, која се поклапа са Земљином ротационом осом а коју називамо *светска оса*. Ако управимо фотографски апарат према небу, фиксирамо га и експонирамо неколико часова, добићемо на развијеној плочи низ одсечка концентричних кругова, различитог сјаја. Ови концентрични одсечци представљају трагове звезда, које су биле обухваћене видним пољем фотографског апарата. Уколико овакво снимање обављамо са Северне земљине полуплоште, видећемо, у готово заједничком средишту ових одсечка кругова, *Поларну звезду* — *Полару*. Пошто се Полара налази у непосредној близини Северног пола, једва да ће учествовати у кружном кретању других звезда, које називамо *дневним кретањем*.

Посматрањем небеских тела на Северној небеској полуплошти могуће је уочити тачку пресека светске осе са небеским сводом. Ту тачку називамо *Северни небески пол*. На исти начин, на Јужној полуплошти може бити одређен *Јужни небески пол*. Самим посматрачевим местом на Земљи одређен је положај једног основног правца. То је правац који заузима коначан умиреност виска. Он је усправан на раван хоризонта а назива се *вертикала*. Продужен у мислима навише овај правац пробија небески свод у тачки која се зове *зенит*, а продужен наниже, испод нашег видика, сече небеску полуплошту у тачки која се зове *надир*.

Ако звезде и планете посматрамо у току више ноћи, видећемо да звезде остају у истом положају једна према другој, због чега се и зову *некретнице*, док се планете померају у односу на звезде као што и означава њихово име (на грчком *планетес* значи „лугалице“). Релативна непомичност звезда омогућава да их групишемо у групе које зовемо *сазвезђа*.

Приближно пре 2500 година грчки научник и филозоф Анаксимандар мислио је да су звезде златни ексери причвршћени за унутрашњу страну кристалног звона. Утицај да се небеска тела налазе на лоптастој површини — *небеској сфери* само је привидан, а потиче од немогућности да оценимо која су нам небеска тела ближе а која даље. Небеска сфера не постоји али је у науци израз сачуван за описивање привидних небеских кретања. Привидна непокретност звезда последица је великих удаљености звезда од Земље. Према томе, сазвезђа нису стварне групе, него привидне.

На небу се понекад виде покретна небеска тела чудног облика, са светлим језгром праћеним дугим и прозирним репом. То су *комете*. Међутим, често се на небу могу ви-

ЗЕМЉА

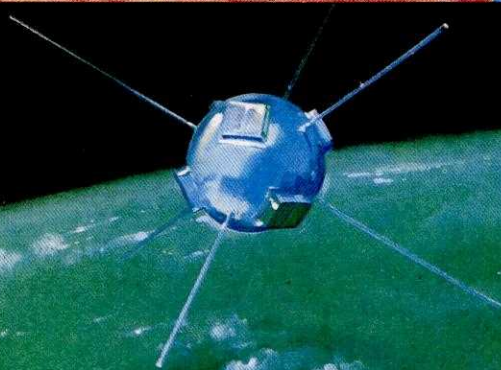
Облик и положај Земље према веровању старих Индуса



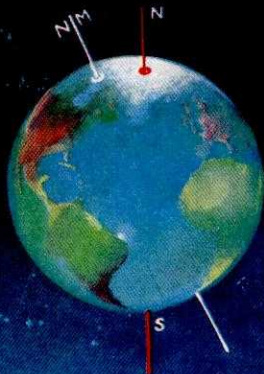
Сатурн
Марс
Венера
Меркур
Сунце
Месец
Земља



Схема геоцентричног система света



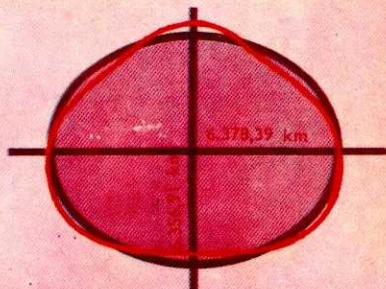
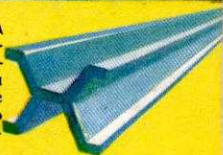
Округана Земље посматрана са даљине од 200 км.



Површина = 510 100 934 км²
Запремина = 1 083 300 000 000 км³

Земља у простору

Еталон метра изливен од платине и иридијума, који се чува у Међународном бироу за тежине и мере у Севру. Метар је око десетмилионити део четвртине Земљиног меридијана.



Облик Земље према најновијим рачунима.
Спљоштеност полова = 1/297.

дети сјајни трагови, који, пошто су као зраци прешли преко неба, нестају за трен ока. То су *метеори*. Реч је о тамним телима разних величина: од ситних камичака па до неколико стотина километара у пречнику. Проласком кроз атмосферу Земље, услед огромне брзине и отпора ваздуха загревају се и усијавају. Гасе се изласком из Земљине атмосфере или пошто се у њој истопе. Сјајнији метеори називају се *болиди*.

При ведрој ноћи без месечине са осматрачнице може се запазити бледи појас неправилног облика који се простира преко целог неба. То је *Млечни Пут*. Шта представља тај бледи појас решио је Галилеј (1564—1642). Уперивши свој први доглед на Млечни Пут постало му је јасно да је Млечни Пут скуп веoma ситних звезда, које се не могу видети слободним оком.

Дурбином запажамо још једну врсту светлила, која имају изглед малих клаупчади налик на пару или маглу. 1925. године открио је амерички астроном Хабл да су ова светлила далека „острва васионе”,

тј. огромни скупови звезда слични Млечном Путу. Ови објекти названи су *вангалактичке маглине* или *галаксије*.

У извесним временским периодима може нас изненадити појава Месеца са источне стране, одмах после заласка Сунца. Месец се креће на небеском своју сличним путем као и звезде. Ако стрпљиво пратимо његово кретање неколико дана, запазићемо да Месец касни у односу на звезде, при чему касни и час његове појаве на небу. Ово указује да је Месец покретно небеско тело, и да се креће међу звездама у смеру према истоку.

Најзад можемо приметити да звезде, које су ближе Полари, у нашим географским ширинама, остају стално видљиве, што значи да им је привидна дневна путања увек над хоризонтом. То су такозване *циркумполарне звезде*.

Када се на истоку јави слаба светлост, по Хомеровој песми долази „румена зора” да нам најави близину Сунчеве посете. Оно ће дуж неба прећи сличну путању као и звезде.

ЗЕМЉА

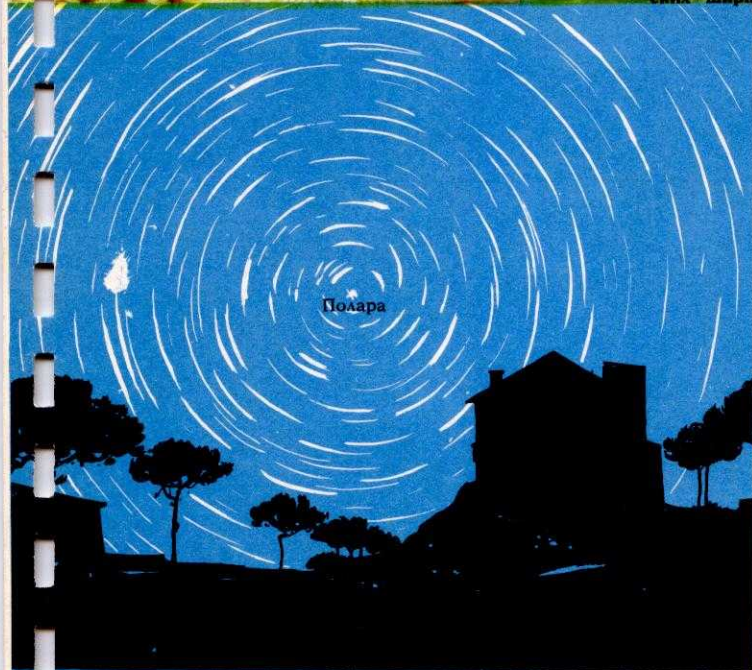
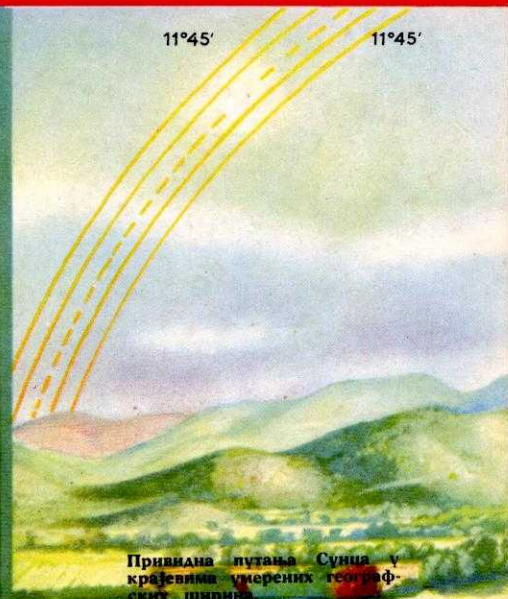
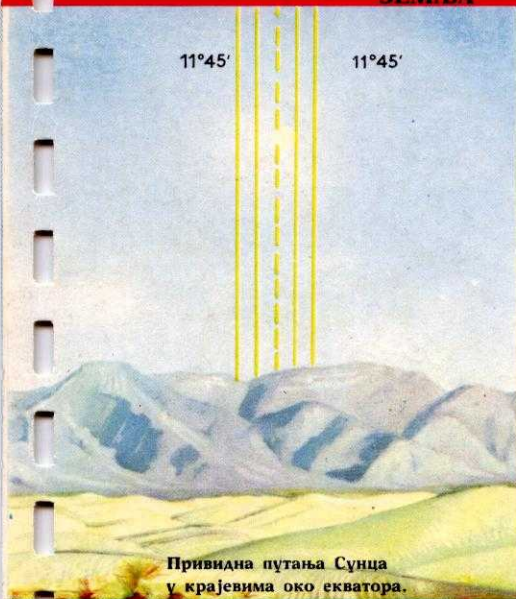
Облик и димензије Земље

Заобљеност Земљине површине данас је јасно видљива на фотографијама снимљеним са великих висина помоћу инструмената постављених на вештачке сателите. Ове фотографије пружају веома непосредан доказ о лоптастом облику Земље, о чему су поједини филозофи и математичари античког доба могли само да нагађају. У време када је наука тек почела да се ствара, људи су имали најразличитије погледе о облику Земље: једни су је замишљали у облику погаче која плива на води, други је држали за полулопаст брег по ивици подупрт стубовима.

Изгледа да су Вавилонци први наслутили прави облик Земље, али се то сазнање косило са њиховим верским традиционалним схватањима, према којима је небо имало облик звона које је покривало Земљу. Зато се и нису усудили да обелодане оно што им је изгледало очигледно, већ препустише слободоумнијим Грцима да то учине.

Нека сведочанства говоре да је **Талес** са Милета (око 630—540 год.) знао да Земља има облик лопте, што указује на његово познавање халдејске астрономије. Први ученик Талесов, **Анаксимандар** (око 610—547. год.), учио је да Земља има облик бубња који без ослонаца лебди слободно у ваздуху. Небо је

ЗЕМАЉА



Привидна ротација небеског свода.



замишљао у облику лопте у чијем се средишту налази Земља. Он је први весник геоцентричног Сунчевог система. **Питагора** (V век пре н. е.) и први питагорејци учили су да су Земља па и планете лоптастог облика. По њиховом првобитном схватању Земља заузима средиште васионе. Око тог средишта обрће се кристална сфера звезда некретница, а у њој се обрће седам концентричних сфера од којих свака носи по једно од седам покретних небеских тела: Месец, Меркур, Венера, Сунце, Марс, Јупитер и Сатурн. **Аристотел** (384—322. год.) је убедљивим научним разлозима доказао да је Земља округла, позивајући се на чињеницу да је, при сваком помрачењу Месеца Земљина сенка бачена на Месец ограничена кружном линијом, што је могуће само при лоптастом облику саме Земље. У XVI веку познати португалски морепловац **Магелан** први је опловио око света и тиме разбио и последње сумње у лоптасти облик Земље.

Земља није савршена лопта. Мисао о савршеној сферичности напуштена је средином XVII века. Мерењима је било утврђено да је Земља незнатно спљоштена на половима и због тога је за Земљин облик прихваћен назив *обртни елипсоид* (тако се зове тело које настаје обртањем елипсе око мале осе, која у случају Земље одговара Земљиној оси обртања). Прецизна мерења током прошлог века потврдила су да се Земљин облик разликује и од обртног елипсоида, и да су те разлике мале и неправилне. У жељи да се истакне сасвим посебан облик Земље, уведен је 1873. године назив *геоид*. Од тада се обртни елипсоид користи само као помоћна површина. Димензије елипсоида које су најближе геоиду рачунате су више пута, и најзад су 1924. године прихваћене за међународну употребу израчунате вредности **Ж. Хејфорда**:

екваторски полупречник
R у км

6 378,39

поларни полупречник

R' у км

6 356,91

разлика између
полупречника

R и R', R — R' у км

21,48

R — R'

1

спљоштеност

R

297

дужина меридијана

у км

40 009,2

дужина екватора

у км

40 076,6

површина Земље

у км²

510 100 934

запремина Земље

у км³

1 083 300 000 000

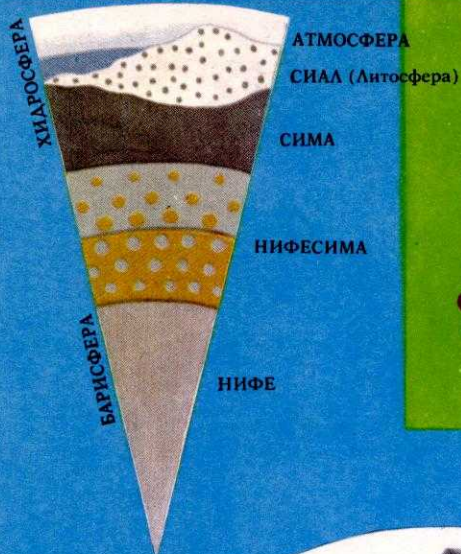
Из поремећаја путања Земљиних вештачких сателита закључено је да општи облик Земље није обртни већ *троосни елипсоид*, односно да је и Земљин екватор елипса. Велика оса екваторске елипсе дужа је за око 400 м од мале осе. Површина Индијског океана ближа је зато за око 200 м Земљиним средишту од површине Атлантског океана. Методама помоћу вештачких сателита установљена је већа спљоштеност јужне Земљине полулопте у односу на Северну. Ово указује да Земљин општи облик није ни троосни елипсоид; сличан је крушци и назива се *апиоид*.

ЗЕМЉИНА ЛОПТА

Састав унутрашњости Земље

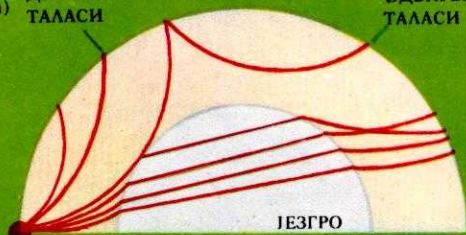
О унутрашњем саставу Земље мало се зна. Бушотине при тражењу петролеја допире највише до 8 км дубине. Површински слој Земље назива се *литосфера* (*lithos* на грчком значи стена). Дубина литосфере износи око 50 км. У увалама литосфере налазе се океани и мора. Пошто је горњи слој литосфере састављен углавном од стена у којима преовлађују силицијум и алуминијум, добио је назив *сиал* (силицијум и алуминијум). Доњи слој литосфере богат је силикати-ма гвожђа и магнезијума и зове се

ЗЕМАЉА



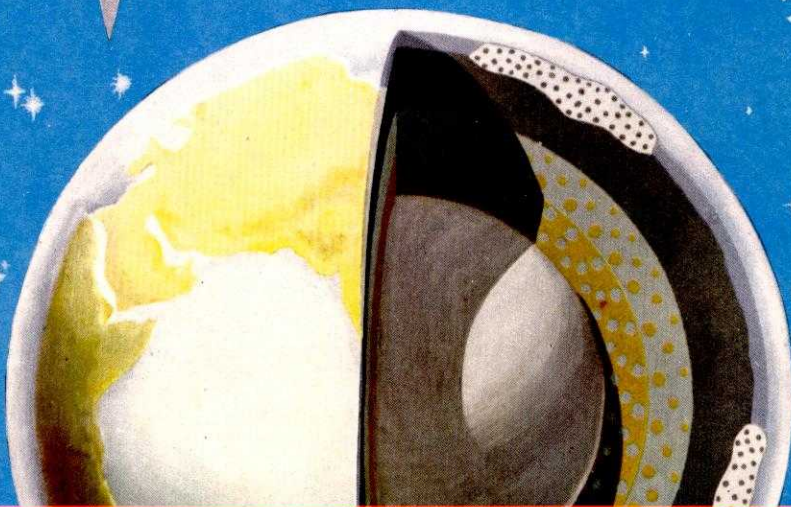
ДИРЕКТНИ
ТАЛАСИ

ОДБИЈЕНИ
ТАЛАСИ



ЕПИЦЕНТАР

Простирање сензичких таласа
у унутрашњости Земље.



сима. Поменути називи потичу од првих слова елемената који у слоју преовлађују.

Средњи Земљин слој, назван *нифесима*, налази се због великог притиска у аморфном, стакластом стању. По схватању неких аутора у њему преовлађују оксиди метала, а по другима овај слој се састоји од *сима* — материјала измењаног са материјалима Земљиног језгра.

Земљино језгро простире се од 2900 км до центра Земље. Састоји се углавном од гвожђа и никла, те отуда и потиче назив *нифе*. Температура језгра је око 5000° С. Специфична тежина масе Земљиног језгра опада удаљавањем од Земљиног средишта. Нифесима и *нифе* заједно зову се *барисфера*.

Све воде на Земљиној површини, које би при једнакој расподели имале дебљину око 2 км, чине *хидросферу*.

АТМОСФЕРА

Земљина лопта опкољена је слојем ваздуха који зовемо *атмосфера*. Атмосфера, заједно са највишим слојевима литосфере и хидросфере, чини *биосферу* тј. сферу живота где се развија живот људи, животиња и биљака. Ваздушни *омотач* се постепено разређује удаљавањем од Земље. Висина слоја у коме је могућ живот цени се на 10—13 км изнад Земљине површине. Ваздух се састоји највећим делом од мешавине азота и кисеоника (78,1% запремине чини азот, а 20,9% чини кисеоник), док је мали проценат других гасова: аргона, угљен-моноксида, неона, хелијума, криптона и водоника. Ваздух садржи и променљиву количину воде у облику водене паре, капи, леда итд; затим, ту се налази органска и неорганска прашина, и најзад читава серија разних модификација. Од изванредне важности је улога озона (алотропска модификација кисеоника). Он упија ултравиолетна зрачења (зрачења мале

таласне дужине), која потичу са Сунца и звезда, а поседују врло снажну антибиолошку моћ, разарајући сваки облик живота. Ултравиолетни зраци Сунца имају слабо јонизирајуће дејство на молекуле двоатомног кисеоника (O_2).

Атмосферски притисак

Ваздух има тежину иако је то скоро не приметно. Тежина ваздуха изазива притисак кога нисмо свесни, пошто у нашем организму постоји сличан притисак супротног смера.

Атмосферски притисак мери се *барометром*. Реч барометар је грчког порекла и дословно значи „мера за тежину“. Притисак који атмосфера врши на морској површини при температури од 0° С једнак је притиску који врши живин стуб висине 760 мм. Барометарска мерења већа од 760 мм карактеришу *висок притисак*; мерења нижа од 760 мм изражавају *низак притисак*. Атмосферски притисак опада са повећањем висине али исто тако опада и са повећањем температуре и влажности. У ствари, топао ваздух лакши је од хладног, а влажан ваздух лакши је од сувог. То објашњава зашто се барометар пење када је лепо (суво) време, а зашто се спушта када је ружно (влажно) време.

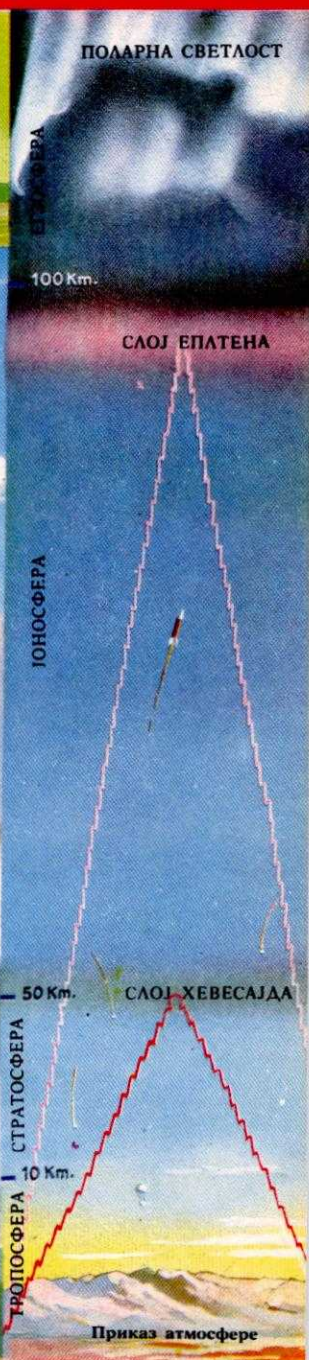
Подела атмосфере

Земљина атмосфера подељена је, рачунајући правац од Земљине површине навише, на: *тропосферу*, *стратосферу*, *јоносферу* и *езгосферу*.

Тропосфера је слој у коме се догађају све временске појаве, а протеже се до 13 км висине. Она садржи око три четвртине укупне масе ваздуха, а вероватно скоро сву водену пару.

У тропосфери разликујемо две области. Нижа област до око 3500 м висине, окарактерисана средњим, константним саставом атмосфере, средиште је временских промена

ЗЕМЉА



које се манифестују у виду ветра, кише, облака, снега, града и грмљавине (види таб. А/4). Виша област тропосфере је временски мирнија. Између тропосфере и стратосфере налази се *тропопауза*. Њена висина над Земљом није иста за све тачке на Земљи. Идући од полова према екватору висина тропопаузе мења се од 9—17 км. Радиосондама је утврђено да тропопауза ишчезава у антарктичкој области за време зиме.

Стратосфером је назван појас изнад тропосфере. Он се одликује поглавито хоризонталним кретањима. Температура овог слоја је увек дубоко испод тачке смрзавања, али без изразитије зависности од висине. Температура се овде мења али у хоризонталном правцу. Услед готово непроменљиве температуре са висином, стратосфера представља слој велике стабилности. Изнад стратосфере, чија највећа висина допире до 50 км, налази се прелазна област *стратопауза*. Њу карактерише прогресивно опадање температуре. На око 60 км висине прелазни се у јоносферу.

Јоносферу чини група јонизованих слојева, који су првенствено последица ултравиолетног зрачења Сунца. Ово зрачење јонизује високе атмосферске слојеве формирајући непоремећену јоносферу. Јоносфера има велики значај за радиотелеграфију. Њој се приписује преламање, савијање и упијање радио-таласа. Електромагнетска мерења одјеком утврдила су постојање јоносферских слојева.

Егзосфера је највиши слој атмосфере (120 км). У овој области настаје појава *поларне светлости*.

УЗРОЦИ ЕНДОГЕНИХ ПРОМЕНА ЗЕМЉИНЕ ПЛАСТИЧНОСТИ

Ендогене појаве су оне, које настају у Земљиној кори и које проузрокују, директно или индиректно, неравнине Земљине површине

померањем Земљине масе. Најзначајније ендегене силе су: вулканске ерупције, земљотреси и орогенска померања.

Вулканске ерупције

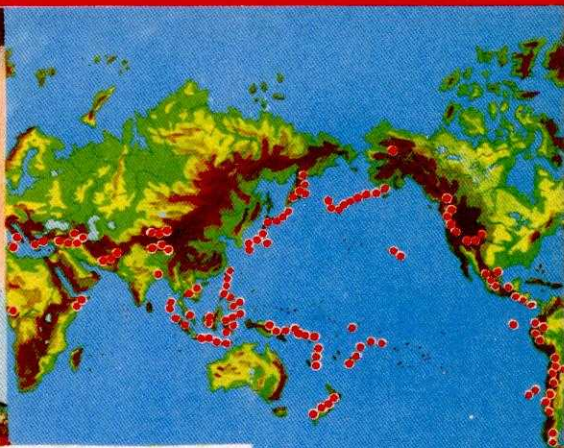
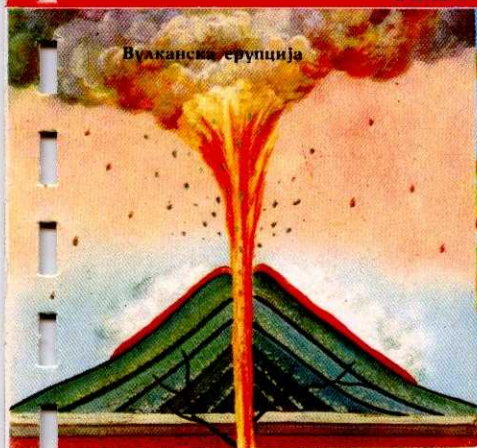
Под називом *вулканизам* подразумевају се сви геолошки процеси, при којима се усијана, течна маса Земљине унутрашњости — *магма*, пробија до површине Земље и избија као *лава*. Померањем Земљине коре настају померања и у магми. Она под јаким притиском продире у више слојеве, утискује се у пукотине Земљине коре, размиче их и често пробија на површину изливајући се као лава. Избацивање материјала у ужареном виду представља *вулканску ерупцију*. Лакши делови достижу тада висину и до 7 км, а делови у течном и чврстом стању таложе се око гротла, правећи такозвани *вулкански брег* на чијем врху постоји шупљина позната под именом *кратер*. Кратер се спушта до *жаришта* из кога струји гас и усијани течни делови Земљине унутрашњости.

Земљотреси

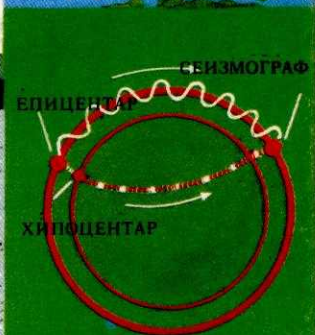
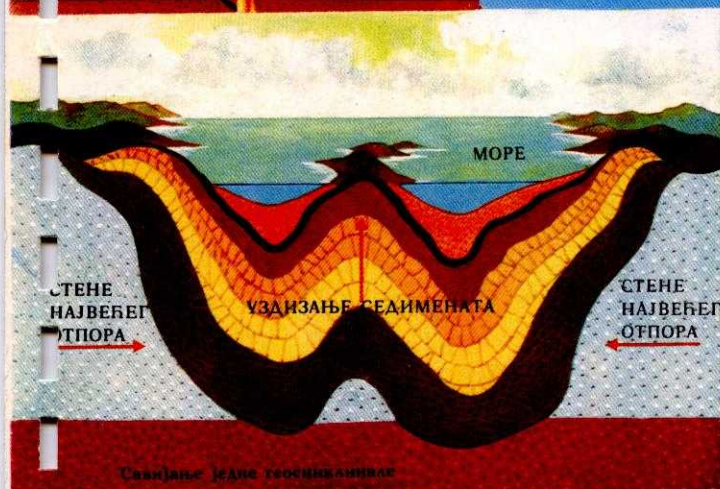
Под *земљотресима* подразумевамо дрхтања и таласања на површини Земље изазвана различитим узроцима у већим или мањим дубинама Земљине коре. У зависности од узрока можемо их поделити у три групе: *тектонске*, *вулканске* и *урвинске*.

Место одакле полази земљотрес назива се *хипоцентар*. Хипоцентру или подземном центру земљотреса одговара једна тачка на површини Земље која је најближа центру земљотреса а коју називамо *епицентар*. Земљотрес се простире *уздужним* (лонгитудиналним) и *попречним* (трансверзалним) таласима. Код уздужних таласа, таласање честица врши се у правцу напредовања таласа. Попречне таласе одликују вибрације које су управне на правац простирања. Регистровање земљотреса врши се помоћу *сейсмографа*.

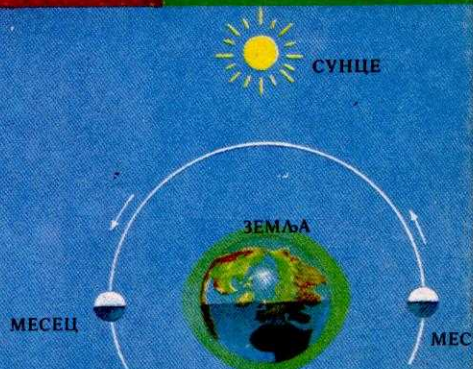
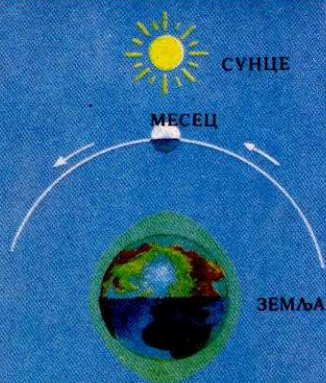
ЗЕМЉА



Црвеним тачкама означена су вулканска подручја.



Простирање сензмиких таласа



Плума и осека

Орогенски покрети

Изучавања Земљине коре су показала да су материјали који сачињавају Земљину кору били изложени огромним притисцима. Ови притисци изменили су положај слојева наталожених на дну мора, претварајући их у издужена удубљења названа *геосинклинале*. Прва фаза развоја геосинклинале је стално тоњење њеног дна услед непрекидне седиментације. Када дебљина седимената у геосинклинали достигне одређену границу (од неколико хиљада метара) она почиње да се набира. Набирање геосинклинале омогућују доњи слојеви седимената. Они су због високих температура и великог притиска постали пластични и тиме целој геосинклинали омогућили набирање и уздизање. У процесу уздизања геосинклинале формирају се веначне планине. Планина се на грчком каже *орос*. По основни ове речи, израз орогенски покрети означава она кретања Земљине коре која учествују у формирању планина.

ЗЕМЉИНА КРЕТАЊА

Астрономи су утврдили око 14 врста кретања Земље. Овде ћемо поменути само три најважнија кретања, а то су: ротација Земље, обилажење Земље око Сунца или револуција и заједничко кретање Земље и Сунца у простору.

Земљина ротација

Ротација Земље око сопствене осе — светске осе, обавља се у смеру запад-исток. Очигледан доказ Земљине ротације је Фуколово клатно. Раван осциловања клатна има ту особину да остаје непомична у простору, тј. паралелна сама себи и онда када тачка вешања клатна учествује у обртном кретању. На полу, раван обртања клатна начини пун круг за 24 часа у односу на Земљу, док се природна ротација равни осцилација клатна смањује

уколико се приближавамо екватору. На екватору се не запажа обртање подлоге у односу на раван осциловања клатна. Експеримент са клатном замислио је француски физичар А. Фукол, а изведен је 1851. године у куполи Пантеона у Паризу.

Земљи је потребно 24 часа да се једном обрне око сопствене осе. Једна од најважнијих последица Земљине ротације је *привидно дневно обртање небеске сфере*, а са тим у вези стална смена дана и ноћи.

Обилажење Земље око Сунца

Обилажење Земље око Сунца или *Земљина револуција* траје једну *сидеричку* годину, која износи 365 дана, 6 часова, 9 минута и 9 секунди. Путања коју Земља описује око Сунца је елипса, у чијој се једној жижи налази Сунце. По овој путањи Земља се креће брзином од 30 км/сек. Крајње тачке велике осе Земљине путање називају се *перихел* и *афхел*. У перихелу је одстојање Земља—Сунце најмање и износи 145 700 000 км. Одстојање Земља—Сунце највеће је у афхелу и износи 151 800 000 км.

За време обилажења Земље око Сунца Земљина оса обртања није нормална на раван кретања. У односу на ову раван (раван *еклиптике*) она одржава сталан нагиб од око 66° 30'. Ова појава назива се паралелизам Земљине осе.

Последице обилажења Земље око Сунца су: *смена годишњих доба* и различита висина Сунца за дату тачку на Земљи.

Кретање Земље у простору

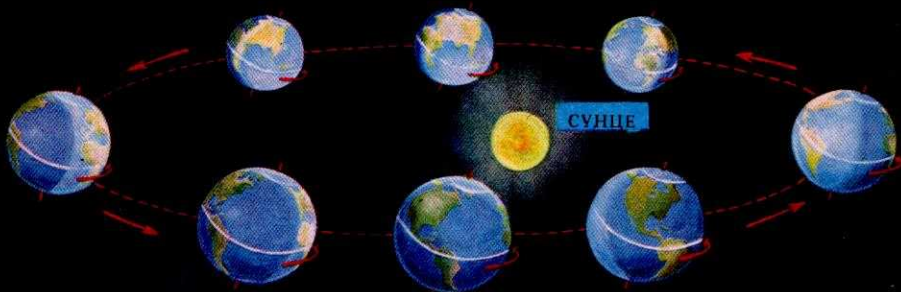
Сунце вуче Земљу и остале планете кроз простор наше галаксије брзином од око 20 км/сек у правцу звезде Веге у сазвежђу Лири. Доказ овог кретања је углавном удаљавање оних звезда, према којима се креће Земља са Сунцем, док се дијаметрално супротне звезде углавном приближавају једна другој.

ЗЕМЉА



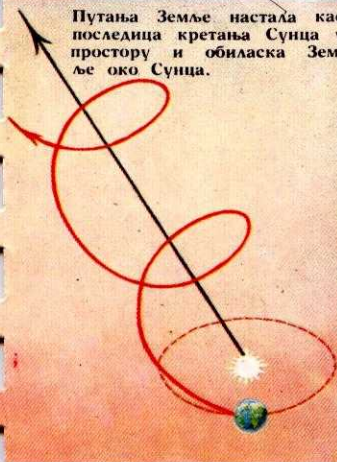
Ротација Земље. Пропорционалне дужине лукова.

Раван осциловања клатна остаје непромењена у такозваном систему звезда некретница.



Обилазак Земље око Сунца — Земљина револуција.

Путања Земље настала као последица кретања Сунца у простору и обиласка Земље око Сунца.



Два небеска тела различитих стварних величина могу имати исту привидну угловну величину при посматрању са Земље.



АСТРОНОМСКИ ИНСТРУМЕНТИ

Главни астрономски инструмент је дурбин, а главни астрономски прибор чине спектрограф и фото-метар.

Астрономски дурбин. Схематски приказ овог инструмента упознаје нас са системом сочива: *објективом* и *окуларом*. Објектив формира у жижној равни стварну и обрнуту слику удаљеног предмета. Ова слика, (лик), доведена у жижну раван окулара, претвара се у повећану стварну слику. И објектив и окулар састоје се од више сочива, неопходних ако се жели избећи аберација оптичког система. Уклањањем аберације (хроматске, сферне, коме, астигматизма и дисторзије) оптике постижемо оштрину и правилност лика посматраног објекта.

Меридијански круг је назив астрономског дурбина монтираног тако да се може обртати око хоризонталне осовине, постављене врло прецизно у правцу исток—запад. Наменен је одређивању тренутака пролаза небеских тела кроз меридијан места и прецизном одређивању њихове највеће висине над хоризонтом.

Универзални инструмент је дурбин који се може обртати око две осовине: вертикалне и хоризонталне. На једном крају хоризонталне осовине налази се дурбин. Свака осовина носи одговарајући круг: вертикална осовина носи хоризонтални, такозвани *азимутски* круг, док хоризонтална осовина носи вертикални круг. Оба круга имају угловну поделу. Инструмент је намењен мерењима висина и азимута небеских тела.

Екваторијал. Ни меридијанским кругом ни универзалним инструментом није могуће пратити небеска тела при њиховом дневном привидном кретању по небеском своду. Да би се пратило њихово кретање потребно је применити наро-

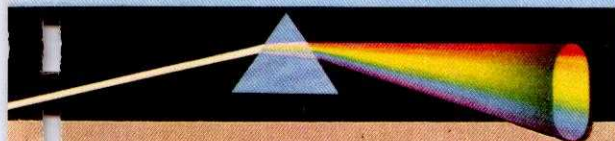
читу монтажу дурбина, названу *екваторијалном*. Екваторијал је снабдевен нарочитим часовним уређајем, помоћу кога се може задржати лик посматраног објекта произвољно дуго у видном пољу дурбина. Овај инструмент може се обртати око две осовине: *часовне* или *поларне* (паралелне светској оси) и осовине управне на поларну, коју називамо *деклинацијском* осовином. Можемо рећи да је екваторијал универзални инструмент чија је вертикална осовина усмерена у правцу пола.

Разликујемо две врсте дурбина: *рефракторе* и *рефлекторе* или *телескопе*. Код рефрактора светлосни зраци са посматраног тела пролазе кроз систем сочива — објектив, леме се у њему и доспевају до окулара. Код рефлектора или телескопа долази до одбијања — рефлексије светлосних зрака од параболичног огледала, које замењује објектив дурбина.

Спектрограф је астрономски прибор намењен изучавању спектра небеских тела. Најглавнији део спектрографа је призма израбена од оптичког стакла или дифракциона решетка, која има особину да раздваја светлост у основне боје (спектар). Спектар пружа могућност анализе саставних елемената Сунца и звезда на основи боја и распореда спектралних линија. Он такође омогућује испитивање физичких особина небеских тела и одређивање њихових радијалних брзина. Радијална брзина је податак који нам казује којом брзином се посматрано небеско тело приближује или удаљује од посматрача. Њу добијамо помоћу померања спектралних линија према љубичастом или црвеном делу спектра.

Фотометар. Док спектрограф служи изучавању квалитета енергије примљене са небеских тела, дотле фотометар пружа сазнање о квантитету примљене енергије.

КАКО ПОСМАТРАТИ НЕБО



Визуелни фотометар је астрономски прибор који се монтира на дурбин и омогућује једноремено поређење природног сјаја звезда и сјаја вештачког извора светлости. Познавајући квантитет примљене светлости од вештачког извора, може се извести интензитет светлости дате звезде.

Фотометри са селенијумом базирају на променљивости електричне отпорности овог елемента у однесу на интензитет примљене светлости.

Фотоелектрични фотометри су најтачнији и данас најраспрострањенији. Засновани су на особинама неких алкалних метала (на пример цезијума) који емитују, под дејством светлости, електроне количински пропорционално интензитету примљене светлости.

РАДИОТЕЛЕСКОПИ

Радиоастрономија

За разлику од традиционалне оптичке астрономије, која се служи светлосним таласима, *радиоастрономија* користи радио-таласе, које региструјемо пријемницима радио-зрачења. Донедавно могли смо посматрати појаве изван Земље само посредством *светлосних таласа*. Открићем космичког радио-зрачења 1931. добијена је још једна могућност: опажање појава радио-електричним таласима. Док нам оптичка астрономија пружа могућност регистрације космичког зрачења дијапазона од 0,25 цм до 30 м таласне дужине.

Помоћу радиоастрономије могуће је открити тамна небеска тела, која зраче херцове таласе, одредити њихов положај (положај *радио-извора*) и изучити њихову природу. Радиоастрономија је омогућила испитивање наше Галаксије, Сунца и метеора.

Радио-сигнале са небеских тела добијамо помоћу радиотелескопа.

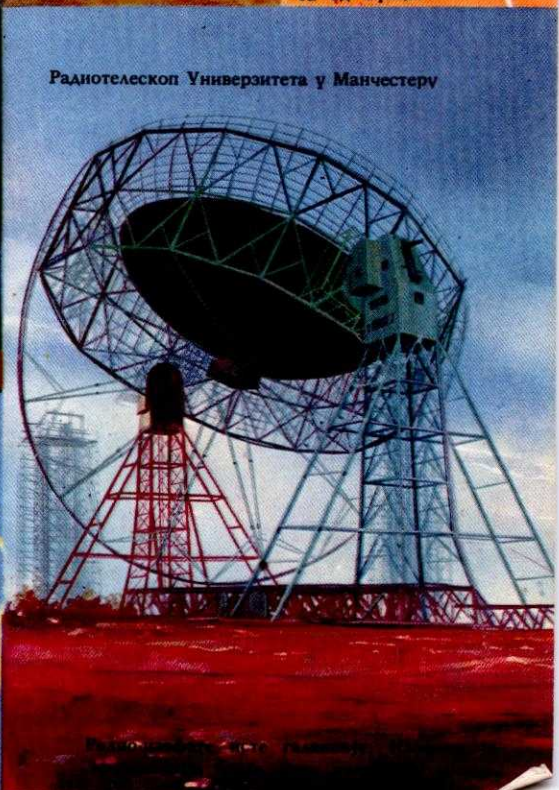
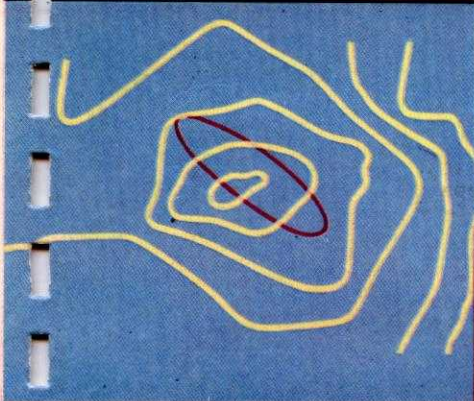
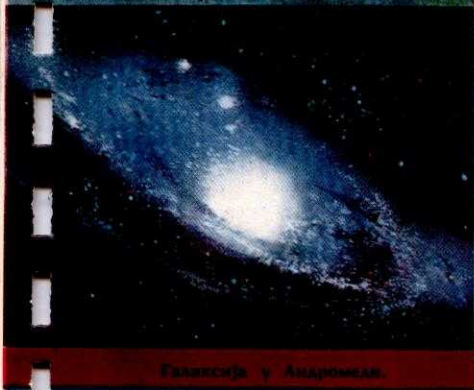
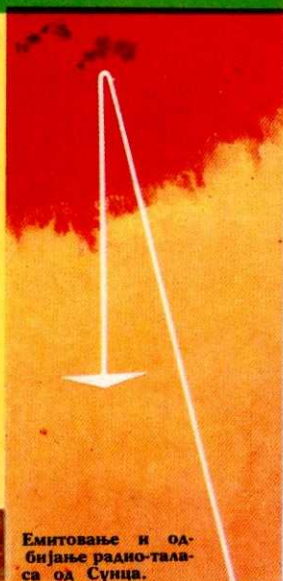
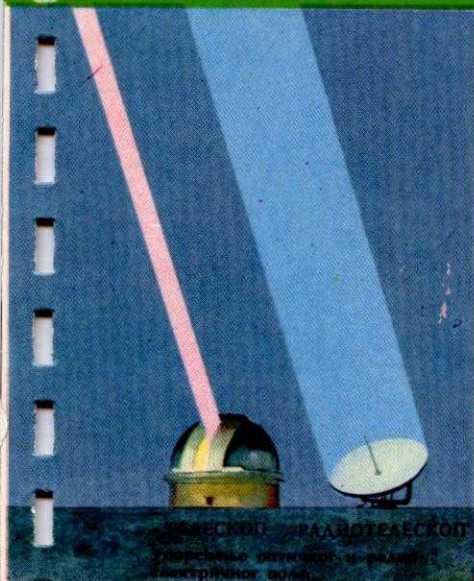
Ови инструменти су различитог облика и величине. Пријемне антене најуниверзалнијег радиотелескопа су антене рефлектори тј. параболична огледала, која усмеравају радио-таласе на малу антену у жижу радиотелескопа. Наизменична струја образована на антени, од зракова који на њу падају, исправља се и амплифицира сагласно посебној радио-техници и најзад се управља на аутоматски записивач интензитета.

Сада се израђују радиотелескопи, који се могу усмеравати по ректасцензији и деклинацији, исто као и код оптичког дурбина. С обзиром на огромне размере пријемне антене екваторијална монтажа представља компликован технички и конструктивни проблем.

Постоје разне варијанте радиотелескопа, које се међусобно разликују нарочито по антенама (антена овде има улогу објектива). Узрок постојања разних типова радиотелескопа лежи у покушају да се постигне максимална раздвојна моћ. Велика раздвојна моћ инструмента омогућује нам регистровање међусобно блиских радио-извора. Радиотелескопи имају много мању раздвојну моћ него оптички инструменти. Радиотелескопом пречника 30 m, који прима таласе дужине 1 m, постиже се раздвојна моћ од 2". То значи да њиме можемо одредити положај тачке на небеском своду, која емитује радио-таласе, са највећом тачношћу од 2". Да бисмо добили приближну представу шта то значи, сетимо се да је привидни пречник Сунца свега пола степена. Раздвојна моћ оптичких инструмената има граничну вредност око 0",10.

Питање раздвојне моћи радиотелескопа решено је радио-интерферометрима. То је уређај од две или више радио-антена а ради на принципу интерференције радио-таласа. Систем антена, познат под именом „крст Милса“ остварује раздвојну моћ и до 50'.

КАКО ПОСМАТРАТИ НЕБО



АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ

Прва савремена астрономска опсерваторија изграђена је у XVI веку, али прве осматрачнице, претече савремених астрономских опсерваторија, јављају се далеко раније. Први посматрачи неба били су многобожачки свештеници који су судбине држава и појединаца „читали“ из положаја небеских тела. Прва мерења и записи појава датирају из 3000. године пре нове ере. У Кини су још 2400. пре нове ере обављана систематска посматрања неба. Стари Халдејци, становници Мале Азије, имали су грађевине у облику пирамидастих торњева, које су се налазиле поред храмова. Ове грађевине служиле су свештеницима, задуженим за посматрање неба, као астрономске осматрачнице. Арапи су у средњем веку имали неколико познатих опсерваторија. Споменимо само опсерваторију Мераг (XV век) североисточно од Ирана и опсерваторију Самарканда у Туркестану (XV век). Посматрања небеских тела обављали су увек или посебно обучени људи или људи истакнутих посматрачких способности. (Двојне звезде *Мизар* и *Алџор* у сазвезђу Великог Медведа служиле су Арапима за проверавање вида).

Поред дворских астрономских опсерваторија средњег века, у доба ренесансе јављају се и прве модерне астрономске опсерваторије. Ове опсерваторије, због схватања тога времена, морале су се прихватити и астролошког посла (пририцања судбине) да би се финансијски могле одржати. Несумњиво најзаслужнији астроном тога времена био је Тихо Брахе (1546—1601). Он је од данског краља Фридриха II добио острво Хвен у Ересунду са свим приходима, те је на њему подигао модерно уређену опсерваторију, коју је назвао „Уранијенборг“. Била је то прва модерно уређена опсерваторија тога времена

у Европи. Задивљује тачност извршених мерења, која су се још увек обављала само голим оком. Ипак, први дурбин је у звездано небо усмерио Галилеј (1564—1642). Отада су убрзаним темпом следиле нова открића.

Сви већи градови Европе добили су током прошлог века велике астрономске опсерваторије. Настала је права утакмица у изради моћних инструмената. 1835. године *Гриничка* опсерваторија код Лондона гради рефлектор од 32 см у пречнику, 1885. *Пулковска* опсерваторија добија рефлектор од 76 см, а већ 1891. године *Париска* опсерваторија се обогаћује инструментом исте врсте пречника 81 см. 1888. године Америка (*Лик* опсерваторија) преузима Европи примат у изградњи рефрактора, рефрактором од 91 см и коначно 1897. године *Јеркес* добија досад највећи инструмент ове врсте, пречника 102 см. У изради телескопа такође су америчке опсерваторије однеле првенство. Телескопом од 2,54 м *Маунт-Вилсон* опсерваторија дуго је држала рекорд. Од 1928—1938. грађен је у Америци, на иницијативу америчког астронома Хејла досад највећи телескоп пречника 5 м. Овај моћни телескоп постављен је на планини *Маунт-Паломар*, јужно од Пасадење у Калифорнији. Само покретни делови овог телескопа тешки су преко 500 тона а огледало око 14,5 тона. Када су опсерваторије намењене изучавању Сунца, као опсерваторија у *Арчетри* код Фиренце и *Маунт Вилсон* опсерваторија (САД), тада високи торњеви постају њихова карактеристична панорама. У жељи да се избегну приземни слојеви ваздуха инструменти за испитивање Сунца (као што је на пример целостат) морају бити пренети у куполе високих торњева (слика на страни Б/3). Поменимо овде и радиоастрономску опсерваторију *Подсел Бенк* крај Манчестера. Ова опсерваторија снабдевена је највећим радиотелескопом на свету. Параболично огледало телескопа има пречник 76 м а тешко

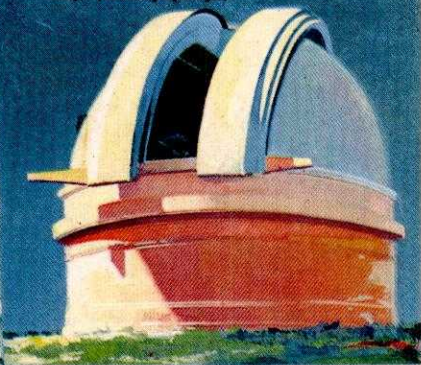
АСТРОНОМСКИ АТЛАС

КАКО ПОСМАТРАТИ НЕБО

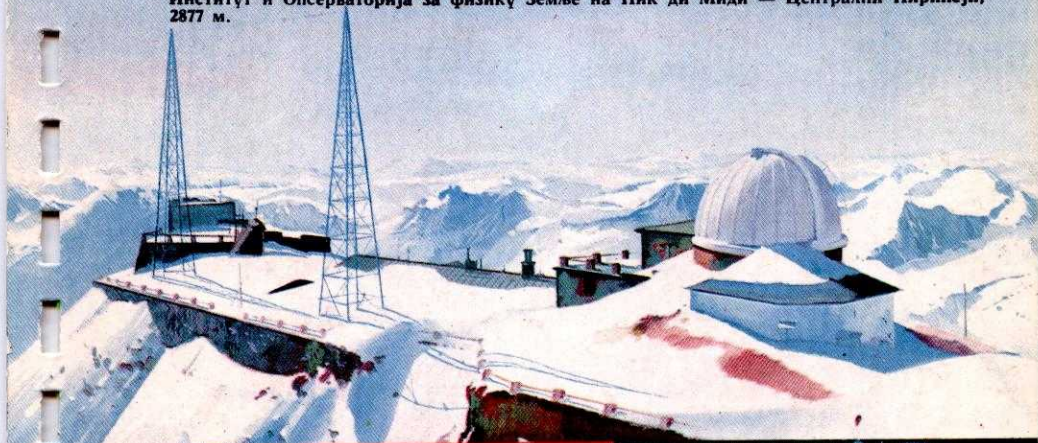
На опсерваторији Маунт-Паломар инсталиран је 1938. год. телескоп Халде, највећи на свету, са огледалом пречника 508 цм.



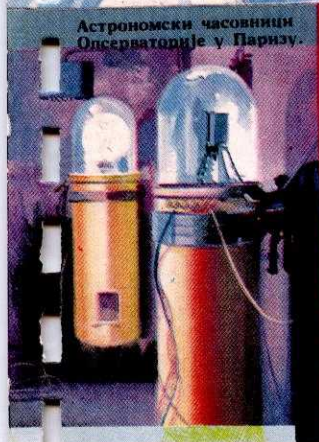
Купола опсерваторије Маунт Паломар (Калифорнија).



Институт и Опсерваторија за физику Земље на Пик ди Миди — Централни Пиринеји, 2877 м.



Астрономски часовници Опсерваторије у Паризу.



Торач за изучавање Опсерваторије Капотрикол (Рим).



Визуелни астрономски фотометар

је 750 тона. Антена у фокусу огледала висока је око 20 m.

Астрономска опсерваторија у Београду, са традицијом од 82 године (основана је 1887), има готово искључиво астрометријски карактер. Ово је једина југословенска опсерваторија солидно опремљена инструментима са екипом од око двадесет научниоистраживачких радника. Поменимо само неколико од многих инструмената Београдске опсерваторије: велики рефрактор Цаис 65/1055 см, монтиран 1930. године, велики пасажни инструмент, велики меридијански круг и велики деклинацијски круг. Три последња набројана инструмента монтирана су пре десетак година а истих су оптичких карактеристика: пречника објектива 19 см а жижне даљине 258 см.

Потреба да се посматрања обављају при чистој, незагађеној атмосфери и услов апсолутне стабилности астрономских инструмената утицали су да се опсерваторије подижу далеко од насеља а на знатној надморској висини. Ма какав био вид истраживања на опсерваторији, њене зграде — павиљони, намењени смештају астрономских инструмената, морају бити грађени солидно, на чврстом терену, са гаранцијом максималне стабилности. Павиљони су најчешће кружног облика, прекривени полуплошним обртним куполама са уздужним отворима, који омогућавају усмеравање инструмента у било ком правцу неба. Најзад, ма каква била истраживачка област опсерваторије, она треба да има неколико помоћних просторија, лабораторија, мрачну комору, библиотеку итд.

АСТРОНОМИ АМАТЕРИ

Значајна астрономска открића често су везана за име астронома — аматера. Поменимо овде само неколицину најпознатијих аматера. *Вилијем Хершел* свакако је најчу-

венији међу астрономима аматерима. Син војног капелника из Хановера, са 14 година долази са оцем у Лондон где остаје до смрти. Осам година учио је музику и био постављен за оргуљаша у Халифаксу. Међутим, осећајући велико интересовање за астрономију почиње у 35. години живота да гради телескоп којим први пут посматра маглину у Ориону. Сам је израдио све веће инструменте, помоћу којих открива постојање система двојних звезда. Закључио је да угловна близина две звезде није случајна, већ је последица физичких закона. На основу својих посматрања доказује да се стварно ради о физички повезаним системима, који се померавају законима универзалне гравитације попут небеских тела у Сунчевом систему. У ноћи 1. марта 1781. открива планету Уран. Понет овим великим открићем настоји да избруси огледало за нов велики телескоп, што му, после низа неуспеха, полази за руком. 1789. године завршава свој циновски телескоп отвора 150 см (сл. на страни Б/4). Следе нова открића. Он открива Уранове пратиоце Оберона и Титанију и Сатурнове пратиоце Енцеладуса и Мимаса.

Хенрих Драпер такође је астроном аматер. Бавио се изучавањем звезданих спектара. После његове смрти г-ђа Драпер је наставила његов рад на Харвардској опсерваторији (САД).

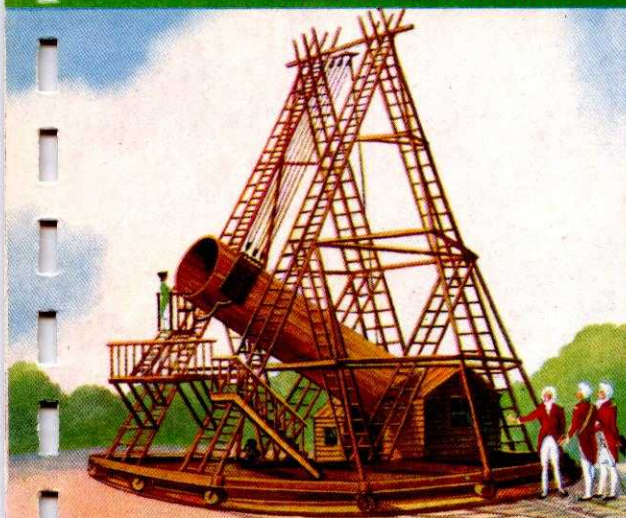
Х. Меткалф, астроном аматер, даје допринос астрономији открићима нових комета. Сочива за своје инструменте сам је израђивао.

Карактеристике аматера

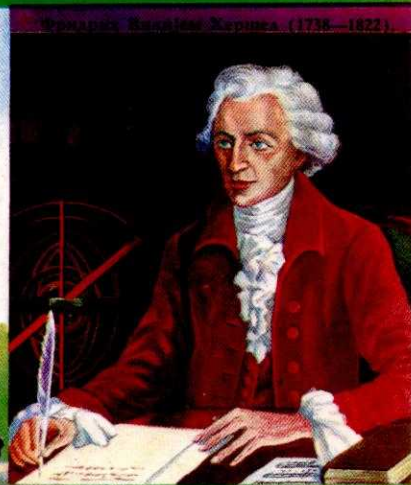
Веома велика упорност и вештина јесу својства астронома аматера. На жалост, чести су случајеви аматера које напушта љубав за астрономију већ после првих посматрања и материјалних потешкоћа око израде аматерског инструмента. Овим почетницима недостајала је првенствено упорност. Велики напредак у астрономији могу по-

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

КАКО ПОСМАТРАТИ НЕБО



Хершелов телескоп. Овим телескопом посматрао је Хершел (1774) маглину у Ориону, а 1. марта 1781. године открио је планету Уран.



Вилијам Хершел (1738–1822).



Комета

Спирална антена радиотелескопа Астрофизичке опсерваторије у Арчетри.



Метеори

Сунчев торањ Астрофизичке опсерваторије у Арчетри (Фиренца).



стићи сви они којима је задовољство и уживање посматрање неба, а осећају се способним да посматрања истрајно и континуирано обављају.

Аматери без инструмената

Небеске појаве које се могу пратити без инструмената су појаве метеора (сл. на страни Д/6) који свакодневно на милионе допиру у нашу атмосферу. За таква посматрања потребан је звездани атлас у који се уноси траг метеора, а који нам одређује тачке његове привидне појаве и нестанка.

Друго интересно поље активности аматера без инструмената су такозване *нове звезде*. Јужноафрички аматер Р. Ватсон, поред тога што је открио звезду *Nova Pictoris*, био је међу првим посматрачима звезде *Nova Aquilae*, 8. јуна 1918. године. Последње откриће извели су независно многи посматрачи, који су већином били само аматери.

Аматери са било којим инструментом

Аматери могу са успехом да открију комету уколико на свој телескоп поставе фотографски апарат. Врло често су управо аматери систематским посматрањима откривали нове комете. Амерички аматер В.С. Брукс открио је, за двадесетак година посматрања, око двадесетак комета. Инструменти намењени овој намени требало би да имају што веће видно поље, а визуелни дурбин предвиђен за праћење објекта при снимању (извиђач) морао би бити снабдевен окуларом мале раздвојне моћи.

Аматери који поседују само обичан дурбин могу приступити посматрањима *променљивих звезда*. Тамо где има довољно астронома аматера оснивају се аматерска астрономска друштва, са задатком: организовање посматрања и откривања небеских тела.

КАКО ДА ИЗРАДИМО КУБНИ ДУРБИН

Многи љубитељи неба не задовољавају се само читањем астрономске литературе, већ желе, посматрајући дурбином, да уживају у лепотама звезданог неба. Ова жеља није за све увек лако остварљива, а првенствено из два разлога: нису сви љубитељи неба наклоњени и систематским астрономским посматрањима, а ако и јесу, често су због недовољних економских могућности лишени и најобичнијег инструмента (нарочито они који су знатно удаљени од већих градова).

Набавка објектива

Пре свега потребно је набавити објектив са конвергентним, *биконвексним* сочивом од 1,20—1,35 m жижне даљине. Ако би жижна даљина била преко 2 m, било би тешко правилно подесити паралелност равни објектива и окулара. Са повећањем жижне даљине објектива смањује се пречник видног поља дурбина. При монтажи објектива треба водити рачуна да све грешке аберације буду отклоњене.

Објектив се купује у оптичким радњама у којима се моћ сочива мери диоптријама. Указаћемо зато укратко на значење овог термина. Диоптрија у оптичкој терминологији је реципрочна вредност жижне даљине, односно $1/f$, где је f жижна даљина у метрима. Конвексно сочиво жижне даљине 1,25 m има 0,8 диоптрија. Ако се жели направити рефлектор онда се уместо објектива са сочивом набавља параболочно огледало.

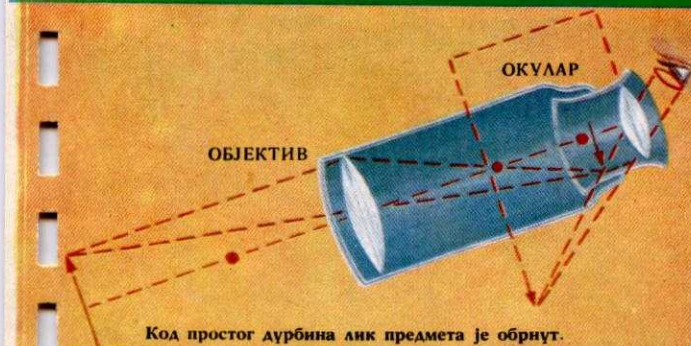
Сочиво за окулар

Сочиво за окулар може се направити од сочива жижне даљине 4 cm, или приближно 25 диоптрија. Пожељно је имати и друге окуларе, од 3 cm (33 диоптрије) и од 2 cm (50 диоптрија). Променом оку-

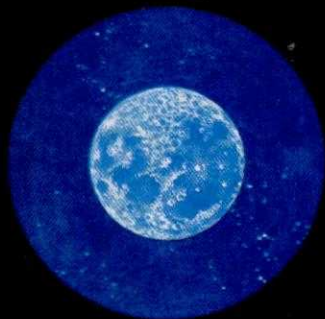
Наставак на стр. 175

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

КАКО ПОСМАТРАТИ НЕБО



Два небеска тела лако видљива простим дурбином: Месец и Сатурн.



СУНЦЕ

ВЕЛИЧИНА И САСТАВ СУНЦА

На којем одстојању се налази Сунце?

Одређивање одстојања Земља — Сунце може се обавити на врло једноставан тригонометријски начин, слично мерењу на Земљи растојања између двеју удаљених тачака. Тако се измери угао који образују две визуре према средишту Сунца, са две разне тачке на Земљи. Ове тачке морају бити што више удаљене једна од друге. Познавање тачног растојања међу њима и поменутог угла, довољни су подаци да се израчуна одстојање Земља — Сунце. Али, овакав начин одређивања одстојања није погодан. Угао, који образују визуре врло је мали те су грешке мерења неизбежне. Зато се препоручују други начини, као што је на пример онај, заснован на пролазу Венере или мале планете Ероса испред Сунца (сл. В/1).

Ако узмемо резултате мерења добијене разним методама, онда можемо рећи да је најмање растојање Сунца од Земље 147, средње 149,5 а највеће 152 милиона километара.

Основне карактеристике Сунца

Већ одређено одстојање Земља — Сунце и привидни средњи пречник Сунца (32') омогућавају једноставно израчунавање стварног пречника, запремине и масе Сунца. Стварни пречник Сунца износи 1 349 000 km, односно 109 пута је већи од пречника Земље, док је запремина Сунца преко милион пута већа од запремине наше планете.

Навешћемо још неколико карактеристичних величина: *маса Сунца је 333 432 пута већа од масе Земље, средња густина Сунца је 0,256 Земљине густине, док је убрзање силе теже на површини Сунца 28,3 пута веће од убрзања на*

површини Земље. *Површинска температура је реда величине 6000°C а у средишту Сунца температура достиже и до 20 000 000°C.*

У фотометрији се за јединицу осветљености узима вредност једног лукса. То је осветљеност коју даје једна међународна свећа на површини управно постављеној на поток светлости, а која се налази на растојању од 1 m. Сунце осветљава хоризонталну површину просечном осветљеношћу од 101 500 лукса. Осветљеност која допире до виших слојева атмосфере износи око 134 000 лукса. (Осветљеност управно постављене површине од пуног Месеца износи 0,25 лукса, а за кабинетски рад довољна је осветљеност од 20 лукса.)

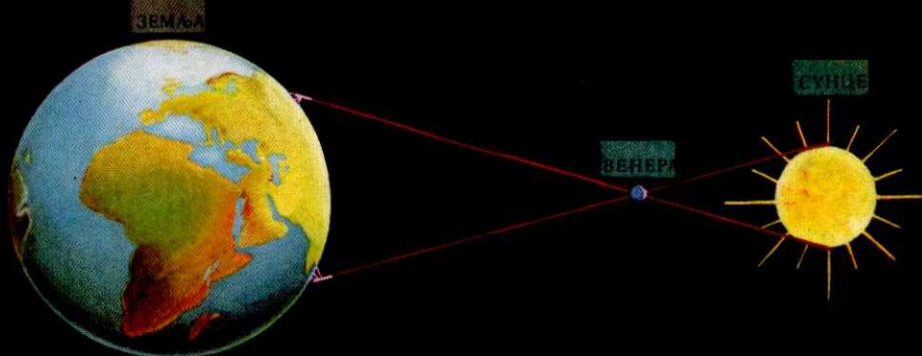
Хемијски састав Сунца

Све што знамо о хемијском саставу Сунца добијено је анализом Сунчевог спектра. Он се добија спектрографима високе дисперзионе моћи. Спектрограми обухватају око 22 000 апсорпционих линија од којих је 80% идентификовано. Све идентификоване линије на Сунчевим спектрограмима одговарају откривеним елементима на Земљи. Занимљиво је да је елемент хелијум први пут откривен у спектру Сунца (Ј. Локијер, 1881. године).

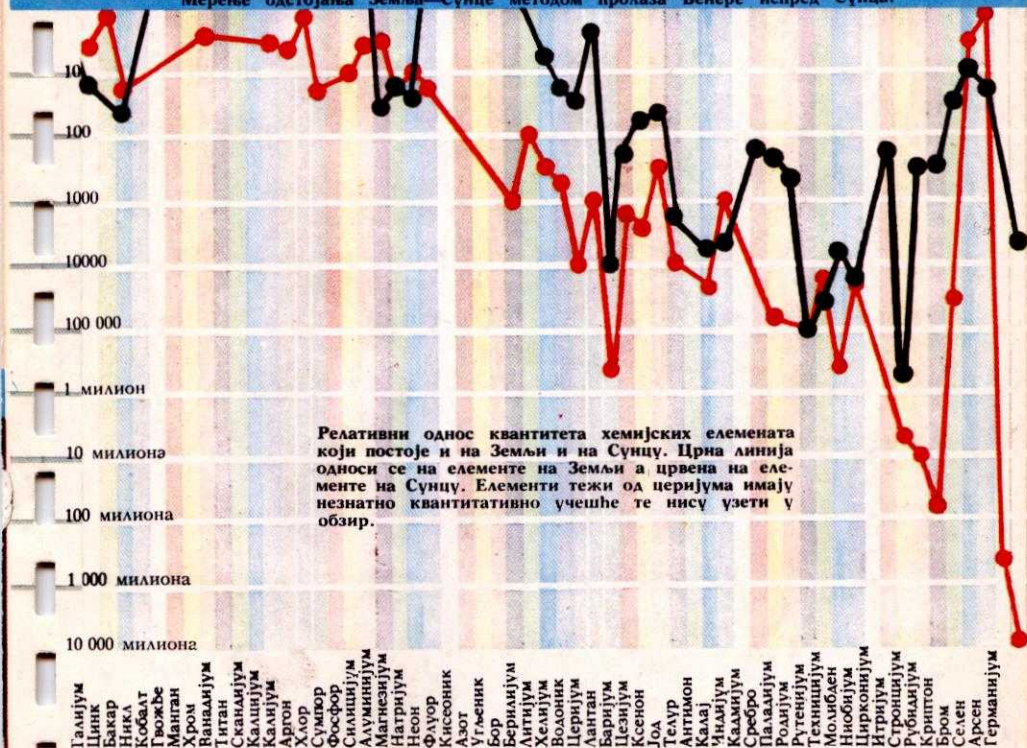
Анализом Сунчевог спектра установљено је да се као најчешћи елементи јављају: водоник, кисеоник, хелијум, магнезијум, гвожђе, силицијум, натријум и калцијум. Сунчев спектар није непрекидан низ дугиних боја; већ у њему на одређеним местима постоје прекиди у виду *тамних линија*. То су *Фраунхоферове линије*. Установљено је да се тамне линије Сунчевог спектра налазе баш на оним местима где се у лабораторијским спектрима усијаних пара и гаса налазе *сјајне линије*. Поклапање светлих линија лабораторијског спектра и тамних линија Сунчевог

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУЊЦЕ



Мерење одстојања Земља—Сунце методом пролаза Венере испред Сунца.



спектра објаснио је немачки физичар *Кирхоф* 1858. године следећим законом: *Ако светлост неког извора који даје непрекидан спектар пролази кроз слој хладнијег гаса или паре, онда ће од свих зракова у спектру гас упијати само оне које и сам испушта у усвојеном стању.* Најнижа сјајна површина Сунца — *фотосфера* има непрекидан спектар. Одређене таласне дужине зрачења фотосфере, сагласно Кирхофовом закону, апсорбују се при пролазу кроз Сунчеву атмосферу образујући тамне *Фраунхоферове* линије. Мерењем положаја ових линија и упоређивањем с познатим линијама елемената на Земљи одређује се хемијски састав Сунчеве атмосфере.

СУНЧЕВА АТМОСФЕРА

Површина Сунца коју видимо назива се *фотосфера*, што значи сфера светлости. Фотосферу треба схватити као прелазни слој између непровидног Сунчевог језгра и провидних спољних слојева. Пројекцијом Сунца на заоклон уочава се *зрнаста (грануларна) структура* фотосфере. Светле мрље — *грануле*, које формирају ову структуру, неправилног су облика а њихова величина достиже од 200—1000 km. Промене у облику и расподелу гранула тешко је пратити. Стално се обнављају пошто им је век живота свега неколико минута. Фотосфера је слој који емитује непрекидан спектар, те због тога спектрална анализа није у могућности да одреди његов хемијски састав.

У атмосфери Сунца разликујемо три слоја: *инверзни слој, хромосферу и корону*. Инверзни слој је танак слој Сунчеве атмосфере који непосредно налаже на фотосферу. Састоји се из разних усвојених гасова. У њему се врши трансформисање светлих линија фотосфере у тамне *Фраунхоферове* линије.

Хромосфера или обојена сфера наставља се без оштрих граница на инверзни слој. Видљива је при потпуним Сунчевим помрачењима око тамног Месечевог котура као узан црвени слој. Водоник је основни састојак хромосфере поред забележеног присуства калцијума и хелијума. При потпуним помрачењима Сунца може се чак и голим оком запазити како се са појединих места у хромосфери високо уздижу масе водоника и калцијума. Ови праменови зову се *протуберанце* а достижу висину и до милион километара.

Корона се уздиже изнад Сунчеве хромосфере. Изгледа као прозачни сребрнасто бели ореол, неправилног зракастог облика. У периодима јаке Сунчеве активности корона је сјајнија, приближно кружног облика или симетрично зракаста; у доба слабе Сунчеве активности слабијег је сјаја, коронини делови око Сунчевих полова повијају се у облику линија око магнетних полова, док се око Сунчевог екватора зраци короне пружају праволинијски и по више стотина хиљада километара од површине Сунца. Сматра се да су зраци короне снопови електрона које Сунце избацује у свим правцима. По новијим подацима температура короне могла би достизати чак милион степени.

Сунчеве пеге и факуле

На фотосфери се могу запазити црне мрље неправилног облика. То су такозване Сунчеве пеге. Код пеге јасно разликујемо *тамно језгро* оивичено *тамном полусенком*. Пеге се развијају у групе, са већом пегом *водиљом* и осталим пегамма — *пратилицама*. Појављују се периодично, у циклусима од око 11 година. Од њиховог броја зависи степен Сунчеве активности, а од овог степена низ појава електромагнетне природе у атмосфери Земље. Пеге представљају средишта магнетних поља. Сјајнија поља фотосфере око пеге називају

СУНЦЕ

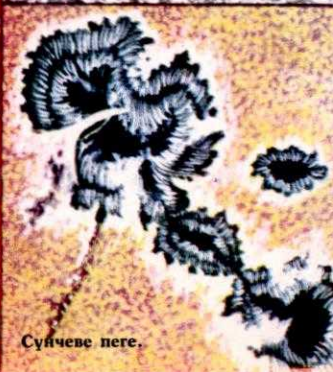


Сунчеве пеге, протуберанце и Сунчева корона.

Пеге се увек појављују са факлама.



Грануле фотосфере.



Сунчеве пеге.



Сунчева протуберанца у поређењу са Земљом. Неке протуберанце достижу висину и до милион км.

се факуле и уочљиве су око Сунчевог рубца. Постоји органска веза између пега и факула: нема пега без факула, али факуле могу постојати на фотосфери а да се не образују пега.

Из појаве кретања пега од истока према западу Галилеј је израчунао трајање једне ротације Сунца. Тачка блиска Сунчевом екватору начини једну ротацију за око 27 дана, док области у близини пола захтевају време од око 34 дана за једну ротацију.

ПРИВИДНА СУНЧЕВА КРЕТАЊА

Наша запажања о дневном и годишњем Сунчевом кретању само су привидна. Она су последица стварних појава: Земљине ротације око осе и обилажења Земље око Сунца.

Звездани и Сунчев дан

Астрономи се за мерење времена служе *звезданим даном*. То је временски размак између узастопне горње кулминације тачке пролећне равнодневице. (Свако тело у току 24 часа два пута прође кроз меридијан. Ови пролази кроз меридијан називају се *кулминације*. Кулминација која је ближа посматрачеву зениту назива се *горња кулминација*). У току звезданог дана Земља се обрне око своје осе са запада на исток за 360° . Почетак звезданог дана рачуна се од тренутка горње кулминације тачке пролећне равнодневице. Како почетак звезданог дана пада у току године у разне часове дана и ноћи, 23. септембра почетак је у поноћ, 22. јуна пада у 6 h ујутру, 22. децембра је у 6 h увече а 21. марта почетак звезданог дана пада око подне), принуђени смо да се у грађанском животу за мерење времена послужимо привидним кретањем Сунца на небеској сфери. Уведен је зато појам *правог Сунчевог дана*. То је временски размак између две узастопне

кулминације Сунчевог средишта. Међутим, дужина правог сунчаног дана је, због привидног годишњег кретања Сунца, различита у разне дане у години. Да би се отклониле различите дужине трајања правог Сунчевог дана уведен је појам *средњег екваторског Сунца*. То је zamiшљена тачка која се равномерно креће по екватору (велики круг управан на светску осу), а која је одређеним релацијама у вези са средиштем правог Сунца. Временски размак између две узастопне горње кулминације средњег екваторског Сунца назива се *средњи дан* и он представља јединицу мерења времена по Сунцу. Средњи дан дужи је од звезданог за $3^m 56,56^s$ звезданог времена.

Неколико основних појмова положајне астрономије

У циљу лакшег праћења даљег излагања даћемо овде неколико основних појмова положајне астрономије.

Небески екватор је велики круг небеске сфере управан на осовину Земљине ротације.

Еклиптика је велики круг небеске сфере дуж кога се у току године привидно креће средиште Сунчевог диска. Угао између еклиптике и екватора износи $23^\circ 5'$.

Тачка пролећне равнодневице (или гама тачка) је тачка пресека еклиптике и екватора, где Сунце у току привидног годишњег кретања прелази са јужне на северну небеску полулопту.

Деклинацијски круг је лук великог круга небеске сфере који иде од Северног до Јужног пола и пролази кроз посматрано небеско тело. Он је управан на екватору.

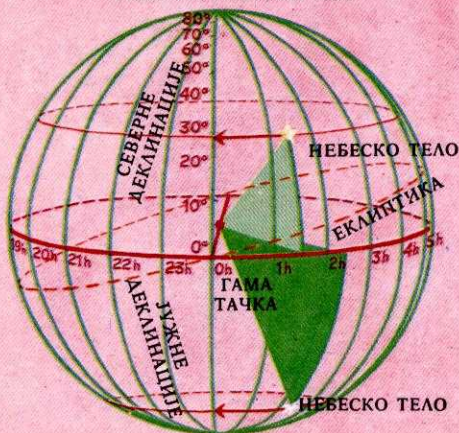
Меридијан је лук великог круга од пола преко посматрачевог зенита до јужног небеског пола.

Ректасцензија и деклинација су сферне координате. Ректасцензија представља лук по екватору од гама тачке до деклинацијског круга. Деклинација је координата дуж деклинацијског круга која се

СУЊЕ

Сферне координате у екваторском координатном систему.

СЕВЕРНИ НЕБЕСКИ ПОЛ



ЈУЖНИ НЕБЕСКИ ПОЛ

Осветљеност Земље за време летњег солстиција. Дан је најдужи, ноћ најкраћа.

СЕВЕРНИ ПОЛ



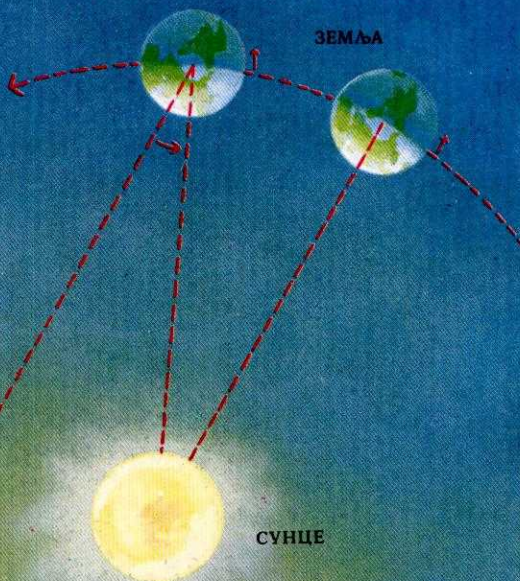
ЈУЖНИ ПОЛ

СЕВЕРНИ ПОЛ



Осветљеност Земље за време равнодневнице. Дан и ноћ су једнаки.

Правни сунчани дан (а такође и средњи дан) дужи су од звезданог дана због привидног годишњег кретања Сунца.



Привидне дневне путање Сунца у третицима солстиција и равнодневнице.



мери од екватора ($\delta = 0^\circ$) до Северног ($\delta = 90^\circ$) и Јужног пола ($\delta = -90^\circ$).

Промена ректасцензије и деклинације Сунца

У току једне године ректасцензија Сунца промени се за 24h. Временски размак између два узастопна пролаза Сунца кроз гама тачку назива се *тропска година*.

Посматрајући годишње кретање Сунца приметимо да оно сваког дана кулминира на разним висинама над хоризонтом: лети на већим а зими на мањим. Ове се промене лако запажају по сенкама зграда у подне: лети су краће а зими дуже. Поменућа појава потиче од чињенице да се раван Земљиног екватора не поклапа са равни еклиптике. Због нагнутости екватора према еклиптици, за угао од $23^\circ,5$, Сунце у току године мења своју деклинацију. 21. марта и 23. септембра деклинација Сунца је једнака нули: Сунце се налази у равни екватора. 22. јуна и 22. децембра деклинација Сунца добија максималне вредности: $+23^\circ,5$ и $-23^\circ,5$; Сунце је у овим положајима максимално удаљено од равни екватора. Постојање нагиба екватора према еклиптици, односно годишње промене деклинације Сунца узрок су неједнаког трајања обданице током године и саме годишњих доба.

Промена трајања обданице

У току године привидна дневна путања Сунца два пута се поклапа са небеским екватором: 21. марта и 23. септембра. Како раван хоризонта дели небески екватор на два једнака дела (сл. В/4) привидна путања Сунца над хоризонтом биће једнака привидној путањи под хоризонтом: дан је једнак ноћи. То су тренуци *пролеће* и *јесење равнодневице*. Сунце излази тачно на истоку а залази тачно на западу.

После. 21. марта Сунце, пресекавши екватор у гама тачки, по-

већава деклинацију, односно прелази на Северну небеску полусферу. Дневни паралел над хоризонтом се повећава а под хоризонтом смањује. Дан дужа на рачун ноћи. 22. јуна дан је најдужи. То је тренутак *летњег солстиција*. Тачке излаза и залаза Сунца максимално су померене према северу. Од 22. јуна деклинација Сунца се смањује а такође и трајање дана. 23. септембра Сунце поново сече екватор и прелази на Јужну полусферу. Деклинација Сунца и даље опада све до 22. децембра. Дневни паралел је тада најкраћи над хоризонтом а најдужи под хоризонтом. Дан је најкраћи а тачке излаза и залаза Сунца максимално су померене према југу.

ГОДИШЊА ДОБА

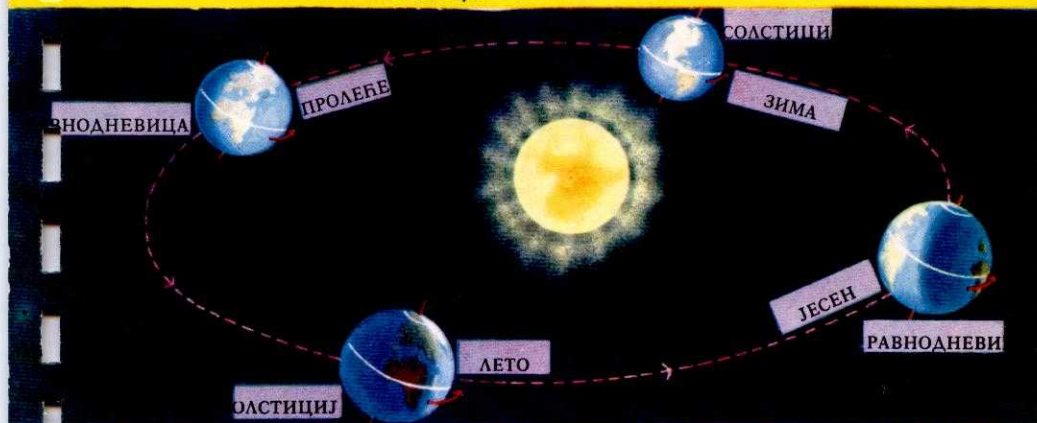
Година има четири годишња доба која се међусобно разликују по трајању видљивости Сунца над хоризонтом и средњим температурама. Ова годишња доба су: пролеће, лето, јесен и зима.

Узрок настанка годишњих доба првенствено треба тражити у нагнутости екваторске равни према равни еклиптике. У мањој мери на годишња доба утиче елиптични облик Земљине путање.

Пролеће почиње на северној Земљиној полулопти 21. марта. 22. јуна почиње лето, 23. септембра јесен а 22. децембра зима. Због елиптичног облика Земљине путање око Сунца трајања годишњих доба су различита: пролеће траје 92,3 средња дана, лето 93,6, јесен 89,8 а зима 89,0. На јужној полулопти пролеће почиње 23. септембра а лето 22. децембра. Топли период тамо је краћи од хладног за 7,6 дана. Због ове чињенице и огромног пространства испуњеног морима и океанима, који се спорије загревају него континенти који прекривају знатнија пространства северне полулопте, јужна полулопта има суровију климу него северна.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУЊЕ



У периоду од 21. марта до 23. септембра Сунце се дуже задржава над хоризонтом него у другом периоду године. Сунчеви зраци у овом периоду падају на раван хоризонта под већим нагибом него што је нагиб под којим они падају у јесен и зиму. Имајући у виду основне факторе температуре дате области, трајање дужине дана и нагиб Сунчевих зракова према равни хоризонта, разумљиве су све годишње временске промене.

Треба водити рачуна да су годишње промене температуре на екватору минималне, пошто промене температуре зависе овде искључиво од промена висине Сунца над хоризонтом, а не од дужине дана која је иста за све дане у години. Међутим, годишње промене температуре су знатно веће у поларним областима.

Сазвежђа распоређена дуж еклиптике, међу којима се Сунце у току свог годишњег кретања нађе, називају се *зодијачка*. Током пролећа Сунце се креће међу сазвежђима: Риба, Ован и Бик, а у току лета обилази сазвежђа Близанци, Рак и Лав. Карактеристична зодијачка сазвежђа за јесењи период су Девојка, Вага и Скорпија, а за зимски период Стрелац, Козорог и Водолија. Појас на небу који заузимају ова сазвежђа назива се *Зодијак* (круг животиња).

КОРИШЋЕЊЕ СУНЧЕВЕ ЕНЕРГИЈЕ

Добијање високих температура

Добијање високих температура остварује се сакупљањем Сунчеве енергије у жижу конкавног огледала. На овом принципу изграђене су „сунчане пећи“ на Мон-Луису (Француска), у Северној Африци близу Алжира и у Калифорнији. На Мон-Луису постигнута је температура већа од 3000° помоћу параболског огледала жижне дужине 11 m а које је било начињено од 3500 малих закривљених огледала. Остварена температура

довољна је за топљење тврдых метала.

Рад сунчаних мотора

Водена пара или пара других испарљивих течности може се произвести посредством Сунчеве енергије и служити за покретање генератора исто као и у термичким централама класичног типа. Помоћу колектора типа огледала или колектора са равном плочом, Сунчева енергија загрева казан за испаравање. У Лос Анђелосу, у САД, саграђена је сунчана пећ са огледалом отвора 10 m и казаном који производи пару са притиском од 12 атмосфера. У Египту су инсталиране сунчане пећи које су покретале пумпе за наводњавање. У Италији су сунчани мотори снабдевени равним колектором а употребљавају се за испаравање сумпорних анхидрида.

Дестилација помоћу Сунчеве енергије

Користећи Сунчеву енергију успео је Ж. Ришар (Монако) да у току једне године добије 650 l дестиловане воде по 1 m². Дневни просек у јуну месецу износио је 3,5 литара по m² а у децембру 0,5 литара по m². Последњих година дошло је до великог напретка у решавању проблема одсољавања морске воде, чиме би се решио недостатак питке воде у свету.

Хлађење Сунчевом топлотом

Мада изгледа немогуће, Сунчеви зраци користе се и за хлађење. У те сврхе користе се апарати названи „сунчани хладњаци“. Један од хладњака ове врсте ради у Ташкенту (СССР). То је параболоид од цемента, висине 80 m, обложен посребреним огледалима. Ова огледала рефлектују Сунчеве зраке према једној хелији за хлађење са амонијаком.

Видан напредак на овом пољу представљају „топлотне пумпе“. Оне најизменичије производе топлоту и хладноћу.

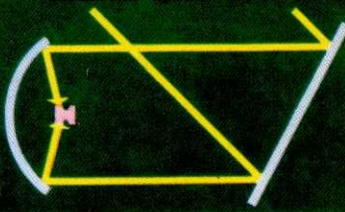
АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУНЦЕ

Мон-Али — Коришћење Сунчеве енергије помоћу највећег огледала на свету.



Савршена пружа сунчеву енергију.



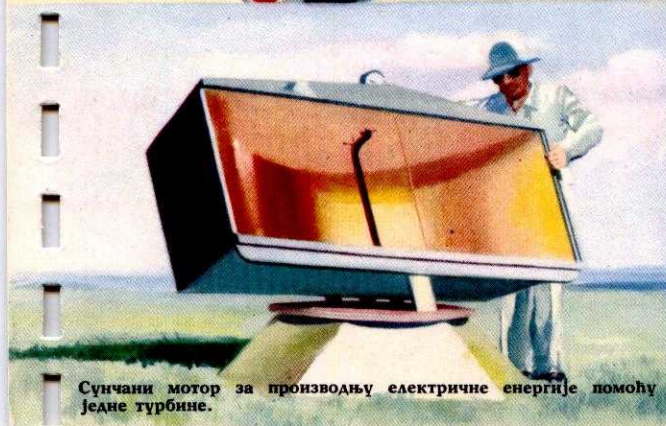
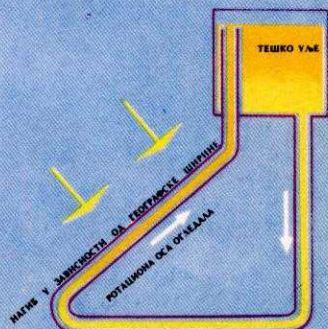
Изградња сунчане пећи.



Пример сунчане кухиње.



Термосифон загрејан Сунчевим зрацима



Сунчани мотор за производњу електричне енергије помоћу једне турбине.

МЕСЕЦ

МЕСЕЧЕВЕ ОСОБИНЕ

На којем се одстојању налази Месец?

Метода одређивања одстојања Земља — Месец састоји се у мерењу одстојања двеју удаљених тачака на Земљи и мерењу углова које образују визуре према средишту Месеца и база, односно мерењу одстојање тачака на Земљи. Да би тачност мерења била што већа потребно је узети довољно велику базу. Даљине Месеца, Сунца, планета, комета и других објеката, чија удаљеност од Земље није бесконачно велика, можемо изразити величином званом *хоризонтска паралакса*. То је угао под којим се из средишта небеског тела, које се налази на хоризонту датог места, види Земљин полупречник. Земљин полупречник узет је овде као база. Угао који се добија када се средиште небеског тела, које се не налази на хоризонту, споји са крајевима Земљиног полупречника назива се *дневна паралакса*. У току два дана дневна паралакса се непрекидно мења са променом положаја небеског тела према хоризонту. И хоризонтска паралакса небеског тела мења своју вредност. Како Земља има облик елипсоида, то ће хоризонтска паралакса бити најмања за половине а највећа за тачке на екватору. *Хоризонтска екваторска паралакса* мења се само са променом даљине небеског тела од Земље, па се и одређивање даљине Месеца (Сунца, планета и комета) своди на одређивање његове екваторске хоризонтске паралаксе.

За одређивање одстојања Земља — Месец у XVIII веку је било за базу узето одстојање Берлин — Рт добре наде, које износи око 9600 km. Резултат мерења био је задовољавајући.

Због елиптичности Месечеве путање одстојање Земља — Месец

није стално. Највеће је одстојање када се Месец налази у *апотеуму* а најмање када је Месец у *перигеуму*. Одстојање Месеца у апотеуму износи 406 670 km а у перигеуму 356 410 km. Средње одстојање је 384 400 km.

Полупречник Месеца износи 1736,6 km односно 0,27 полупречника Земље. На основу овога за обим Месеца добијамо 10 911 km, а за површину 37,9 милиона km², односно 0,074 Земљине површине. Маса Месеца је 81,45 пута мања од масе Земље а запремина чини 49. део запремине Земље. Средња густина Месеца је 3,3 густине воде, док је густина Земље 5,5 густине воде. Одавде следи да је средња густина Месеца 0,6 Земљине густине.

Има ли Месец атмосферу?

Да би се одговорило на ово питање треба знати да је Месечева светлост само Сунчева светлост која се одбија са површине Месеца. Анализа Месечевог спектра показује да је овај спектар једнак спектру добијеном директно са Сунца. То је довољан доказ за тврдњу да на Месецу нема атмосфере.

Ову претпоставку потврђује и чињеница да тамо нема сутона а ни дифузне светлости на граници између светлости и таме. При помрачењима и окултацијама Месеца не постоји постепено смањење сјаја у контакту између светлог тела и Месечевог руба. Одсуство ерозије указује да на Месецу нема ни воде а то је још један доказ непостојања атмосфере Месеца.

КРЕТАЊА МЕСЕЦА И МЕСЕЧЕВЕ МЕНЕ

И код Месеца разликујемо *ротацију* и *револуцију*. Ротација је обртање Месеца око сопствене осе, а револуција његово обилажење о-

МЕСЕЦ

0 50000 100000 Kms.



ЗЕМЉА

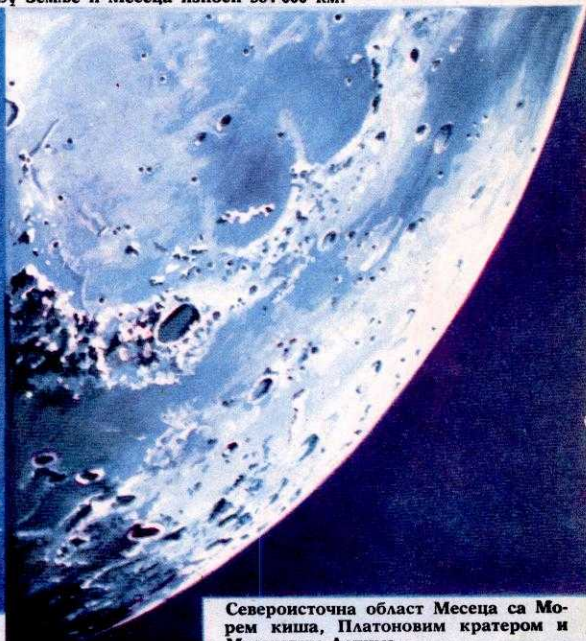


МЕСЕЦ

Одстојање између Земље и Месеца износи 384 000 км.



Упоредње димензија Земље и Месеца



Североисточна област Месеца са Морем киша, Платоновим кратером и Месевим Алпима



ко Земље. Трећа врста кретања Месеца је *транслација*. Та врста кретања дефинише учешће Месеца у кретању око Сунца. Месец ротира у директном смеру, од запада према истоку. Време потребно за једну ротацију једнако је времену потребном за једну револуцију а оно износи: 27 дана, 7 часова, 43 минута и 11,5 секунди. То значи да је трајање дана на Месецу једнако једном месецу. Из овог разлога чини нам се да Месец не ротира, односно у могућности смо да видимо само једну његову полулопту. Изглед друге полулопте Месеца, која је невидљива са Земље, упознали смо захваљујући успеху треће совјетске космичке ракете. Она је 4. новембра 1959. године понела на пут око Месеца интерпланетарну станицу, која је успешно, са даљине од 60—70 km снимила невидљиву страну Месеца.

После периода од 27 дана и 8 часова, начинивши пун обилазак око Земље, враћа се Месец у исти положај у односу на звезде. Тај интервал времена назива се *сидерички* или *звездани месец*. У току овог периода Сунце се померило ка истоку за приближно 27°, те је Месецу потребно још око два дана и четврт да заузме исти положај у односу на Сунце. Време потребно да Месец дође поново у исти положај према Сунцу назива се *синодички месец*, и он приближно износи 29 и по дана.

Месечеве мене

Разни положаји које заузима Месец у односу на Сунце и Земљу у току свог кретања око Земље, називају се *месечеве мене*.

Када је Месец у *коњункцији* са Сунцем (тј. када излази и залази заједно са њим) имамо мену звану *млад месец*. У том положају Месечева полулопта, коју би могли видети са Земље, налази се на супротној страни од Сунца. Према томе, Месец је својом тамном страном окренут Земљи због чега

је невидљив за посматрача са Земље. Пролаз Месеца кроз меридијан места поклапа се са пролазом Сунца. Два дана касније, када се Месец удаљи од Сунца за око 30° ка истоку, запазићемо Месец у виду уског српа са испупчењем на десно, односно према Сунцу.

Седам дана касније почиње *прва четврт*. Угао на Земљи између правца према Сунцу и Месецу износи 90°. Месец пролази кроз меридијан места 6 часова после Сунца. У овој мени тачно једна половина (десна) Месечеве полулопте биће осветљена а друга половина тамна. Следећих дана повећаваће се све више осветљена страна Месеца, тако да ће Месец постепено добијати изглед осветљеног круга.

Између 14. и 15. дана од младог месеца Месец ће се наћи у *опозицији* са Сунцем (излазиће када Сунце залази, а залазиће у зору). Наступиће *пун месец* или *уштап*. После пуног месеца осветљена полулопта почиње с десне стране полако да се смањује.

24. дана Месечеве мене наступа *последња четврт*. Тада видимо осветљену леву половину Месечевог круга. Месец пролази кроз меридијан места 6 часова пре Сунца. Следећих дана осветљени део полулопте полако се смањује да би потпуно нестao када Месец поново дође у коњункцију са Сунцем. Наступа поново млад месец.

Месец у уштапу видљив је преко целе ноћи. Пре пуног месеца видљив је дуго пре залаза Сунца. Када опада примећујемо га над хоризонтом тек после Сунчевог залаза а видљив је и ујутру после Сунчевог изласка.

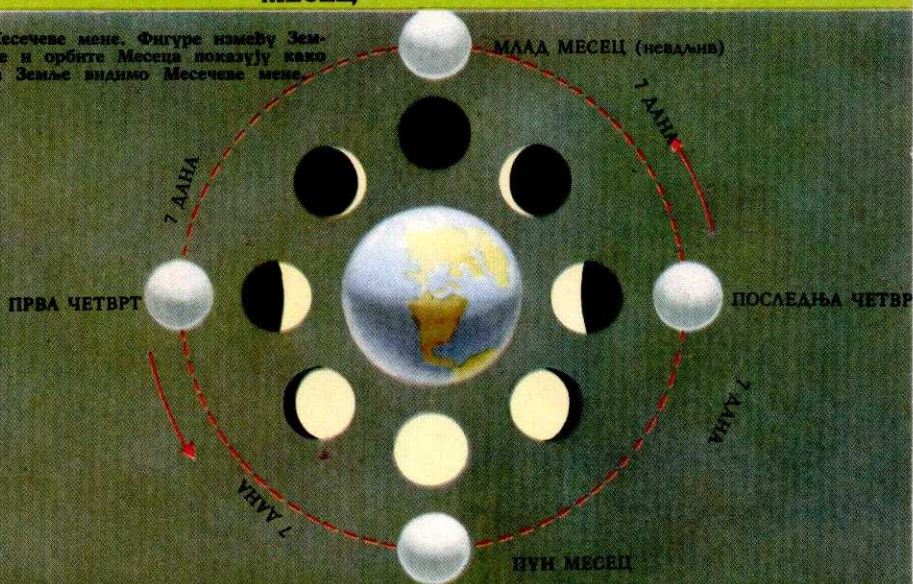
Пепељава светлост

Око младог месеца може се запазити и неосветљен Месечев диск, који је изванредно слабог сјаја. Ова појава позната је под именом *пепељава светлост*, а јавља се као последица двоструког одбијања светлости Сунца: од Земље према Месецу и обрнуто, од Месеца ка Земљи.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

МЕСЕЦ

Месечеве мене. Фигуре између Земље и орбите Месеца показују како са Земље видимо Месечеве мене.



Четири Месечеве мене.



ПРВА ЧЕТВРТ



МЛАД МЕСЕЦ



ПОСЛЕДЊА ЧЕТВРТ



ПУН МЕСЕЦ

Објашњење ове појаве је следеће: свака мена Месеца на Земљи одговара супротној мени Земље на Месецу (млада земља, прва четврт, пуна земља и последња четврт, одговарају тренуцима пун месец, последња четврт млад месец и прва четврт). Због тога, у тренутку младог месеца за Месец је пуна земља. Цела Земљина полулопта одбија зраке у правцу Месеца, који у том тренутку не прима директне зраке са Сунца. Пун Месец изазива на Земљи мање осветљење него пуна Земља на површини Месеца због тога што Земља боље одбија светлост него Месец и што је пречник Земље већи. Пепељава светлост најбоље је видљива три дана пре и три дана после младог месеца.

МЕСЕЧЕВА ПОВРШИНА

Галилеј је први посматрао дурбином Месечеву површину 1610. године. Он је установио да су тамне мрље на Месецу *Месечева мора* а светле области *планински венци*. Приметио је и тамне мрље окружене сјајним ивицама, које су још тада добиле назив *Месечеви циркови* или *кратери*. Прву топографску карту Месеца објавио је Хевелијус 1647. године. За именовање топографских назива на Месецу усвојен је систем свештеника Г. Б. Ричолија (1598—1671). Кратери су добили имена познатих астронома и истакнутих мислилаца (Коперника, Аристотела, Платона, Архимеда, Кеплера, Птолемеја итд., види: Г/3), а планински венци имена планина на Земљи (Алпи, Аленини, Кавказ, Карпати итд.). Мора и океани добили су необична имена (Океан буре, Море тишине, Море кризе, Море нектара, Море ведрине итд.). Поменимо овде и неколико најновијих назива објеката са невидљиве стране Месеца: Залив астронаута, Московско море, Кратер Циолковског, Кратер Ломоносова. Име чу-

веног југословенског научника, астронома професора Милутина Миланковића, припало је такође једном од објеката невидљиве стране Месеца.

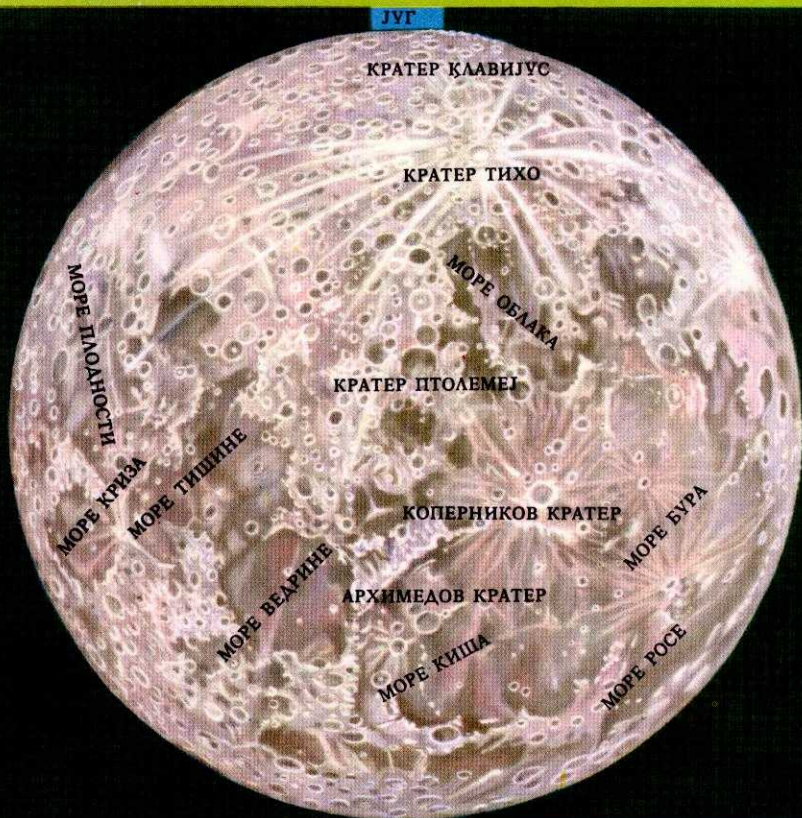
Месечеви кратери имају димензије од више десетина километара па до неколико стотина километара у пречнику. Планински венци достижу висине и до 6000 m а високи планински врхови, који су веома оштри и стрми, достижу висине и до 9000 m. Висине планина могу се одредити веома прецизно мерењем дужина сенки које бацају.

Хипотезе о постанку кратера на Месецу

Ни једна до данас позната хипотеза не даје задовољавајуће резултате о постанку свих кратера на Месецу (има их око 30 000). Према неким научницима кратери на Месецу формирали су се у доба његовог постанка, путем јаке вулканске активности. Овом хипотезом могао се објаснити постанак само најмањих кратера. Недавно је на Кримској астрофизичкој опсерваторији откривена спектралном анализом активност кратера Алфонс. Овим открићем вулканска хипотеза постала је опет актуелна.

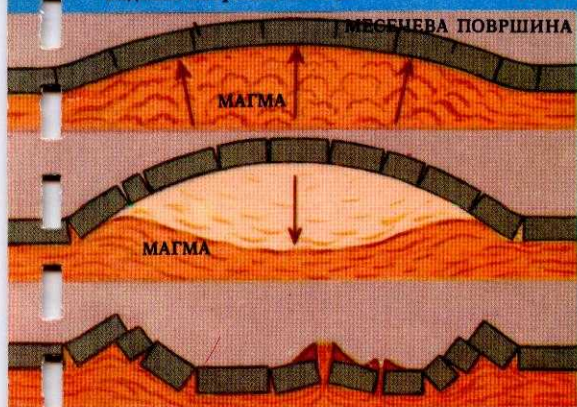
Данас се сматра да су велики кратери последица падова великих метеорита. Падови метеорита врло су чести на површини Месеца. Он нема атмосферу па је сагоревање метеорита усмерених према површини Месеца немогуће. Највећи кратер метеоритског порекла на Земљи је Баволи кратер у Аризони са пречником од 1200 m и дубином од 190 m. Претпоставља се да се кинетичка енергија метеорита при удару о површину Месеца тренутно претвара у топлотну, доводећи до експлозија великих размера. Ова врста експлозија у стању је да формира кратере величине и облика које запажамо на Месецу.

МЕСЕЦ



Видљива полулопта Месеца.

СЕВЕР



Настанак Месечевих кружних брда и кра-
тера као последица вулканских појава, од-
носно ширења и скупљања магме.



Невидљива страна Месеца фотографисана
је први пут 7. октобра 1959. године. Фото-
графисање је обавила аутоматска међупла-
нетарна станица коју је према Месецу
понео Луник III.

Рендер, Луник, Сарвејер и Орбита омогућили су откривање многих до данас непознатих детаља на површини Месеца. Из непосредне близине снимана је површина Месеца а фотографије су телевизијским путем слате на Земљу. Показало се да су Месечева мора прекривена најразличитијим кратерима чије димензије не прелазе понекад више од неколико сантиметара. Телескопски посматрана Месечева мора изгледају као изванредно глатке површине.

Од времена када је Галилеј посматрао Месец, до данас нису запажене крупније промене.

ПЛИМА И ОСЕКА

Свима је познато да је површина мора изложена периодичним променама које се нарочито лако уочавају крај обале. У одређено време у току дана почиње нарастање површине воде: наступа *плима*. Када површина мора достигне максималну висину настаје такозвано *високо море*. Ову површину вода задржава око 30 минута; затим почиње *осека*, тј. повлачење мора све до минималне површине, зване *ниско море*. И на овом нивоу вода се задржава око 30 минута. Између високог и ниског мора протекне време од 6^h и 12^m, а између два узастопна ниска мора, односно два узастопна висока мора протекне време од 12^h и 25^m.

Појава плиме и осеке објашњава се Њутновим законом опште гравитације. О овом закону опширније ће се говорити у одељку о Сунчевом систему (серија Д). Плиму у осеку проузрокују Месец и Сунце својим привлачним дејством на течне масе наше планете. Међутим, због мањег одстојања Месеца од Земље у односу на одстојање Земље од Сунца, Месечево привлачно дејство је 2,5 пута веће од Сунчевог дејства привлачења, иако Месец има знатно

мању масу од масе Сунца. Разлог ове појаве је тај што је интензитет плиме пропорционалан трећем степену одстојања између Земље и осталих небеских тела која појаву изазивају.

За време младог и пуног месеца Сунчево и Месечево дејство стичу се: на течној површини Земље. Због тога су плиме и осеке веће него обично па се називају *висока плима* и *висока осека*. Супротно се догађа за време прве и последње четврти Месеца. Тада су утицаји Сунца и Месеца супротни те су висока мора и ниска мора слабије изражена.

Појаве плиме необично су сложене. Висина плиме не само што зависи од одстојања Сунца и Месеца и деклинације места, већ такође зависи и од разних локалних услова као што су облик морског дна и обале. Но поред свих тешкоћа, математичка теорија плиме успева да предвиди са великом тачношћу њену висину и тренутак када ће наступити и за неколико година унапред.

ПОМРАЧЕЊА

Окултације (заклањања) Сунца и Месеца, или како их најчешће називамо помрачења, последица су одговарајућих положаја Земље и Месеца на њиховим путањама а у односу на положај Сунца.

Помрачење Месеца наступа у тренутку уласка Месеца у Земљину сенку, односно када се Земља нађе између Сунца и Месеца на истом правцу са њима. (види: Г/5). Помрачење може бити потпуно и делимично. *Потпуно помрачење* наступа када цео Месечев диск уђе у конус Земљине сенке. *Делимично помрачење* запажамо онда када диск Месеца зађе само делимично у конус Земљине сенке. Месечева помрачења наступају само у време пуног месеца, односно у време Месечеве опозиције са Сунцем.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

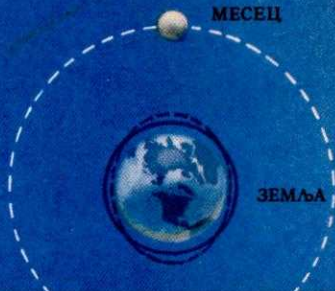
МЕСЕЦ



Максимална
плима у доба
конјункције.



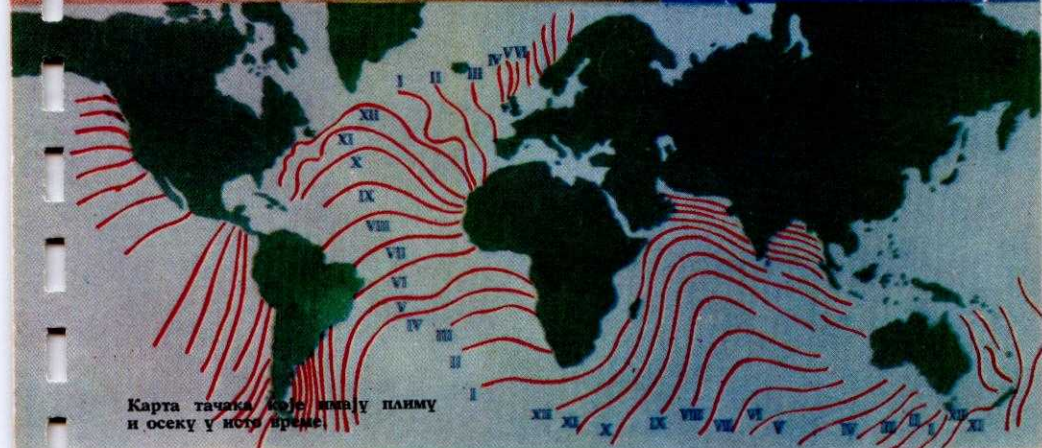
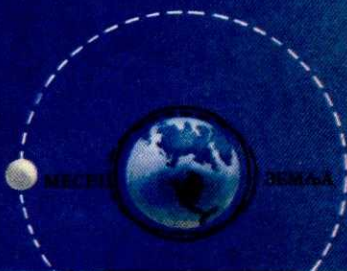
СУНЦЕ



Минимална
осека у доба
опозиције.



СУНЦЕ



Помрачење Сунца наступа када се Месец нађе између Земље и Сунца, заклањајући при томе, делимично или потпуно Сунчев диск. И овде помрачења могу бити делимична или потпуна а настају само у време младог месеца. Ако се цео диск Месеца нађе на диску Сунца и при томе га не прекрије потпуно наступа *прстенасто помрачење*.

Напоменуто је да помрачења Месеца и Сунца могу настати за време пуног и младог Месеца, али то не значи да се она могу догодити сваког пуног и сваког младог Месеца. Помрачења настају само онда када се Сунце, Земља и Месец истовремено нађу на пресеку Земљине и Месечевог путање или у непосредној близини овог

пресека. Како путање Земље и Месеца чине угао од око 5° ретко се догађа да се сва три тела нађу на линији пресека путања, односно да линија пресека коинцидира, или да чини угао који иде до одређених граница са линијом максималних Месечевих мена. Повољни тренуци за појаве помрачења јављају се приближно сваких 6 месеци. Највећи број помрачења у току једне године је седам: пет помрачења Сунца и два Месеца, или четири помрачења Сунца и три Месеца. Најмањи број помрачења у години је два, при чему су оба Сунчева. Најчешћи број помрачења је четири: два Сунчева и два Месечева.

Наставак са стр. Б/5)

лара на дурбину постижу се различита увећања.

Значајно је да се не користи цео отвор окулар, већ се између објектива и окулар поставља дијафрагма са централним отвором од око 4 mm. Како је прецизна израда окуларних стакала веома сложена, саветује се антикварно набављање окулара, тј. са старих микроскопа.

Монтажа сочива

Сочиво одабрано за објектив монтира се на једном крају металне цеви која је неколико центиметара краћа од жишне даљине сочива. Слободан крај ове цеви носи једну мању цевчицу дужине око 12 cm, која се лако увлачи у већу цев или из ње извлачи и носи окулар. Важно је при том да се оптичке осе обе цеви поклапају. Унутрашњост обе цеви мора бити обојена црном бојом, како би се избегла унутрашња рефлексија. Проблем хроматске аберације избегава се избором објектива са већим жижним даљинама. Израда овако једноставног дурбина не захтева велике материјалне издатке.

Носач дурбина

Код носача дурбина разликује се систем који остварује жељену монтажу (екваторијалну или хоризонтску) и постоље дурбина. На основу овога можемо рећи да носач дурбина има два основна задатка: да омогући усмеравање дурбина према небу на одговарајући начин, у зависности од његове монтаже, и да обезбеди апсолутну стабилност дурбина.

Аматерски дурбини морају имати добар носач а већи астрономски инструменти, поред доброг носача, обавезно морају имати и добро фундиране стубове.

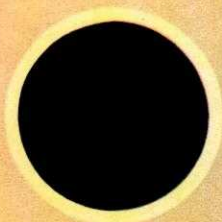
Шта се може посматрати малим аматерским дурбином?

Малим аматерским дурбином могу се изванредно лепо посматрати планински венци, мора и кратери на Месецу, Венерине мена, Орионова маглина, Плејаде и Хијаде (отворена звездана јата), Андромедина маглина итд. Дијафрагма од 17 mm постављена испред објектива од 10 cm омогућава да се по лепој ноћи види Сиринусов пратилац.

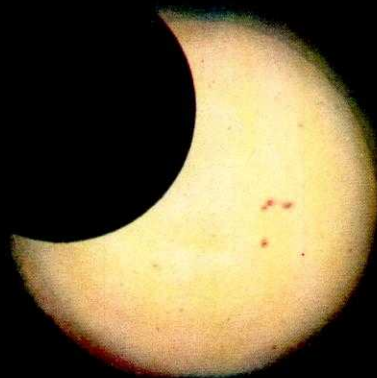
МЕСЕЦ



Потпуно помрачење Сунца.



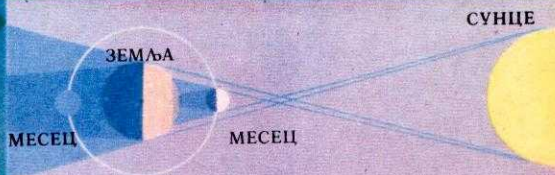
Прстенасто помрачење Сунца.



Делумично помрачење Сунца.

9. јули 1945.
25. јануар 1944.
20. мај 1947.
15. фебруар 1961.
1. новембар 1948.

Трајекторије сенки за време неко-
лико последњих помрачења.



Помрачење Сунца и Месеца.



СУНЧЕВ СИСТЕМ

ПЛАНЕТЕ

Данас познајемо девет великих планета. Набрајајући их према одстојањима од Сунца следе: Меркур, Венера, Земља, Марс, Јупитер, Уран, Нептун и Плутон. Стари народи познавали су само пет (не рачунајући Земљу): Меркур, Венера, Марс, Јупитер и Сатурн, дакле само оне које се могу видети голим оком. Према одстојањима од Сунца планете можемо поделити на ближе и даље планете. У прву групу спадају: Меркур, Венера, Земља и Марс. Њихове заједничке карактеристике су мале димензије и сличност са Земљом. Понекад се називају планетама Земљиног типа. У даље планете спадају: Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун. Ова група удаљена је знатно од Сунца а димензије планета ове групе знатно превазилазе димензије планета Земљиног типа. Најдаља планета Плутон креће се усамљено подаље од обе поменуте групе. Она у себи сједињује неке карактеристичне црте претходних група. На граници ближих и даљих планета, између Марса и Јупитера, налази се област бројних малих планета. Има их преко 1600 а видљиве су само астрономским инструментима.

Осим Меркура, Венере и Плутона све остале велике планете имају један или више сателита.

Прве законе о кретању планета дао је Кеплер (1571—1630). Његови закони проистекли су из посматрања планете Марса, које је извршио дански астроном Тихо Брахе (1546—1601). Кеплер је утврдио да за кретања планета важе следећа три закона:

1. Свака планета описује елипсу чију једну жижу заузима Сунце;
2. Радијус-вектори (праве што спајају Сунце и планете) прелазе за једнака времена једнаке површине;

3. Квадрати времена за које планете опишу једанпут целу путању сразмерни су кубовима великих полуса њихових путања.

Зашто се планете крећу баш по Кеплеровим законима решио је енглески математичар и астроном Исак Њутн (1642—1727) поставивши на основу Кеплерових закона, закон опште гравитације: *Где год у природи постоје два тела, међу њима дејствује стално привлачна сила која је сразмерна масама тела, а обрнуто сразмерна квадрату њиховог одстојања.*

Њутнов закон гравитације показује да су узајамно привлачне силе између планета и Сунца узрок кретања планета, које се врши према Кеплеровим законима. Сви Кеплерови закони следе из Њутновог закона.

Меркур и Венера

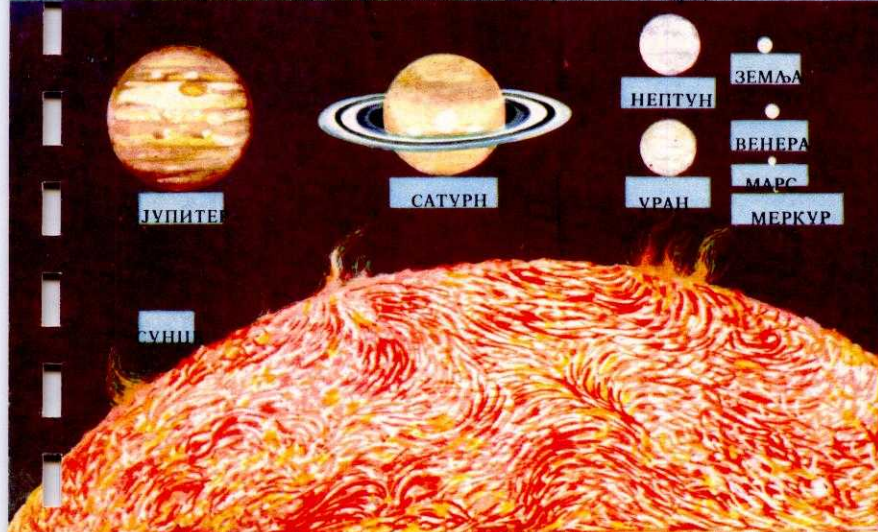
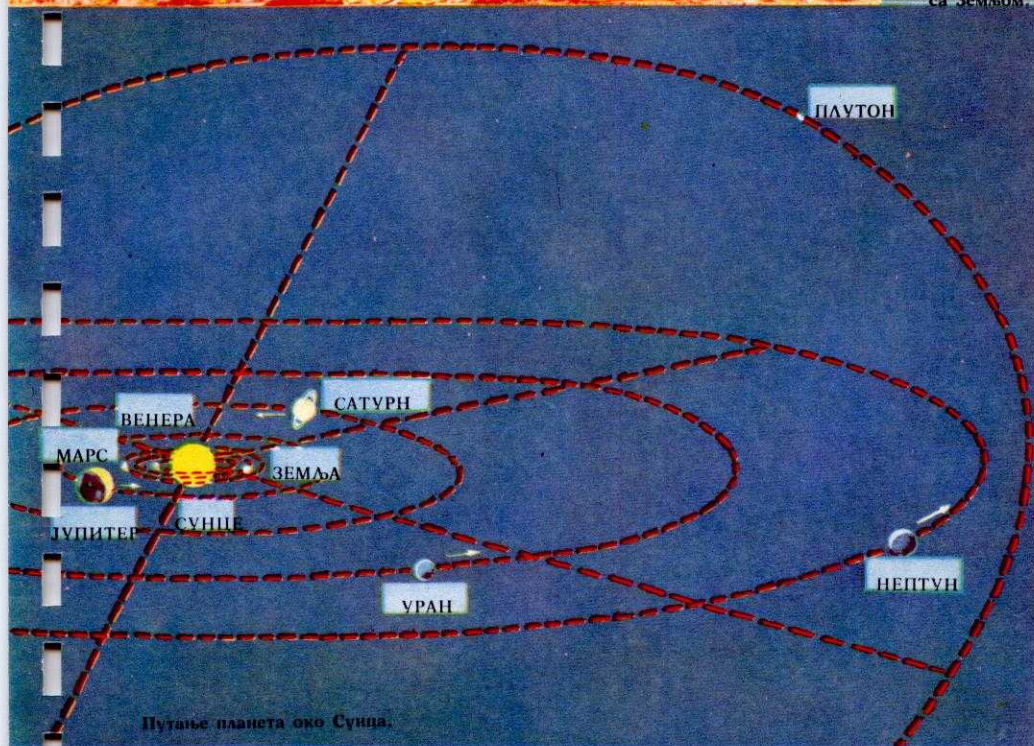
Меркур је Сунцу најближа планета а поред тога и најмања планета по величини и маси. Пречник Меркура износи око 4800 km, а маса је 5/100 Земљине масе. По својој знатно издуженој елиптичкој путањи креће се средњом брзином од 48 km/sec. Пун круг око Сунца затвори за 88 дана, што значи да његова година траје око три месеца. Револуција Меркура једнака је његовој ротацији (88 дана) због чега Меркур окреће Сунцу увек исту страну, слично као што чини Месец према Земљи. До овог открића дошао је италијански астроном Бовани Скапарели 1889. године, на основу осмогодишњег посматрања Меркура, које је од значаја за изучавање физичких услова на планети.

На полулопти планете која је стално окренута Сунцу траје вечити дан са температуром на којој се топи олово, док на супротној полулопти траје вечита ноћ са температуром нижом од -200°C . Скоро потпуно одсуство атмосфере,

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУНЧЕВ СИСТЕМ

Поређење планета Сунчевог система међусобно и са Сунцем.

Упоређење
Плутона
са Земљом.

Путање планета око Сунца.

одсуство воде као и врло високе и врло ниске температуре наводе на закључак да на овој планети нема живота бар у оним облицима на које смо навикли на Земљи.

Због близине Сунцу (од кога се не удаљава више од 28°) видљив је само пре Сунчевог изласка и одмах после Сунчевог заласка. На исти начин видљива је и Венера, мада њено, највеће одстојање од Сунца ($108\,100\,000\text{ km}$) одговара елонгацији* од 47° што олакшава посматрања ове планете.

После Сунца и Месеца, Венера је најсјајније небеско тело на небу. У време највећег сјаја 10 пута је сјајнија од Сиријуса. Како стари народи нису имали представу о Сунчевом систему веровали су да постоје две Венере. Ону коју су вибали предвече називали су *Вечерњача*, а ону видљиву у зору називали су *Зорњача*. И Меркур је виђан предвече и у зору. Као јутрање небеско тело носио је код старих Грка назив Аполо.

Заједничка карактеристика обе планете је да ни једна нема сателит. Узастопне мене приметне су и на Меркуру и на Венери. Ако на пример посматрамо Венеру дурбином после Сунчевог заласка или мало пре почетка зоре, тј. у тренуцима највећих елонгација, запажамо да је Венера облика Месечева српа. **Галилеј** је први потврдио Коперниково учење да Венера мора показивати мене као и Месец. За време конјункције Венере са Сунцем запажа се пролаз малог диска планете преко диска Сунца. Ови пролази (последњи је био 16. XII 1882, а наредна два

биће 7. VI 2004. и 5. VI 2012. год.) користе се за одређивање одстојања Земља—Сунце (види: Б/1).

Венеру обавијају густе облаци и зато нисмо у могућности да видимо њену површину. $90\text{—}95\%$ Венерине атмосфере чини угљен-диоксид. Азота готово и нема. Кисеоника има али само $0,4\%$ читаве атмосферине масе. Водена пара заједно са кисеоником чини не више од $1,6\%$.

Совјетска међупланетарна станица меко се спустила на површину Венере 18. октобра 1967. године. Апарати станице регистровале су температуру од 280° изнад нуле и притисак не мањи од 15 атмосфера. Најновији резултати срушили су идиличну слику о Венери. На њој дувају урагански ветрови, многобројни вулкани су у ерупцији, тло подрхтава а густа атмосфера од угљен-диоксида једва да пропушта Сунчеву светлост. Међутим на висини од 25 km природни услови на Венери подсећају на земаљске. Притисак износи само једну атмосферу а температура је сношљива. Можда су баш ови горњи слојеви Венерине атмосфере пребивалишта милијарди најмањих живих бића? У зонама око Венериних полова где влада знатно нижа температура могли би се претпоставити извесни облици живота настали из беланчевина.

Пречник Венере само је 3% мањи од пречника Земље, док маса Венере чини $4/5$ Земљине масе. Трајање обиласка Венере око Сунца краће је 141 дан од трајања обиласка Земље.

Марс

Марс је, по реду одстојања од Сунца, четврта планета Сунчевог система, а прва међу свим планетама по физичким особинама најсличнијим Земљи. Његов пречник (6800 km) мало је већи од половине пречника Земље. Запремина му је због тога шест пута мања од запремине Земље.

* Елонгација планете је њено углавно одстојање од Сунца, односно угао између визура од посматрачевог ока ка средишту Сунца и одговарајуће планете. Елонгација се мења у току обилажења планете око Сунца. Због близине Сунцу максималне елонгације за Венеру и Меркур су: $47^\circ\,20'$ и $28^\circ\,20'$. Код осталих планета елонгација може узети све вредности угла: елонгација је 0° када је планета у конјункцији са Сунцем, 90° када је у квадратури а 180° када је у опозицији.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУНЧЕВ СИСТЕМ



Меркур

Меркурове мене

МЕРКУР



ВЕНЕРА



Венерине мене.



ЗЕМЉА

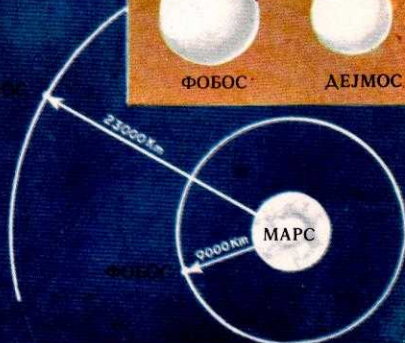


МАРС



Марс.

Димензије неких планета
у односу на димензије Земље



Као Земља и Марс има годишња доба. Она су скоро два пута дужа него на Земљи, због тога што година на Марсу износи 687 дана. Трајање дана на Марсу исто је као и на Земљи (погледати податке табеле која следи). С обзиром на веће одстојање Марса од Сунца његова средња температура је око 40°C мања од средње температуре на Земљи. Марсова атмосфера ређа је и сувија од Земљине. Са сигурношћу је утврђено присуство водене паре и кисеоника. Облаци и магла појављују се само ретко. И на самој површини планете атмосфера је знатно ређа но на највишим планинским врховима на Земљи.

Око северног и јужног пола планете запажају се поларне капе. Данас је познато да се оне састоје од леда и снега. У току лета оне се смањују а зими повећавају. Током лета могу и потпуно нестати што указује на знатно мању дебљину леденог покривача него на Земљиним половима.

Тамне мрље на површини Марса назване су *морима*. Она заузимају мање од половине планетине површине. На основу промене боје мора током годишњих доба закључује се да то морају бити мочварне области под биљним покривачем. Остали део површине Марса представља највероватније беживотну пустињу и уочава се као област црвенкасто-жуће боје, која је испресецана тамним пругама, названим каналима. Међутим, моћним инструментима се закључује да ове тамне пруге нису праве пруге-канални; дуж праве линије запажају се неправилне мрље што искључује претпоставке о правилној геометријској мрежи канала на Марсовој површини и њиховом вештачком постанку.

Марс има два сапутника: Фобос и Дејмос (Страх и Ужас). Њихови пречници нису већи од 20—30 километара. Налазе се необично близу планете: Фобос је удаљен свега 6000 km, а Дејмос око 20 000 km. Периода обиласка Фобоса око

Марса износи свега 7^h и 39^m, а Дејмоса око 30^h.

Јупитер

Јупитер је највећа планета Сунчевог система и пета по реду одстојања од Сунца. Око Сунца описује благу елиптичну путању са средњим одстојањем од 777,6 милиона километара. Година на Јупитеру скоро је 12 пута дужа од наше, али је трајање обрта око сопствене осе краће и износи 9 h и 50 m. Маса му је 318 пута већа од масе Земље, али му је запремина 1300 пута већа од запремине Земље.

На Јупитеровој површини запажају се пруге паралелне планетном екватору. Повремено су прекидане формацијама налик на облаке. Све што запажамо посматрајући Јупитер само је горњи слој циновске атмосфере која је веома сложеног састава. Претпоставља се да густо средишно језгро чини само незнатан део укупне запремине планете.

Око Јупитера креће се 12 сателита. Четири највећа пронашао је 1610. године Галилеј, који је први употребио дурбин. Овај необично значајан проналазак Галилеј је објавио у часопису *Sidereus Nuncius*. Откриће Јупитерових сателита и сазнање о њиховом обилажењу око планете дало је нове и непобитне подршке Коперниковом систему света. Галилејеви сателити носе имена: Ио, Европа, Ганимед и Калисто. Ганимед и Калисто већи су од Меркура а Ио и Европа су величине Месеца. Осми, девети и једанаести сателит имају ретроградно кретање (Јупитер и остали његови сателити имају директно кретање).

Сатурн

Пошто је открио Јупитеров систем Галилеј свој малени дурбин усмерава Сатурну. Било је то 26. јула 1610. године: „... открио сам најнеобичније чудо.... планета Сатурн није једно тело...”, оба-

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУНЧЕВ СИСТЕМ



Јупитер је највећа планета Сунчевог система. Десно је употребен Месец са Галилејевим сателитима откривеним 1610. године.



ГАНИМЕД



КАЛИСТО



ИО



ЕВРОПА



МАС



Уран је открио Ф. В. Хершел 1781.

МЕСЕЦ

УМБРИЈЕЛ
ОБЕРОН
АРИЕЛ

ТИТАНИЈА

Величине 4, од 5 Уранових сателита, у односу на Месец.



Нептун је открио Ј. Г. Гале 1846.

МЕСЕЦ

ТРИТОН



Величина Тритона и Нереида у односу на Месец. Тритон и Нереида су Нептунови сателити.

Сатурн — шеста планета Сунчевог система по реду удаљености од Сунца.

МЕСЕЦ

ТИТАН

ХИПЕРИОН

ФЕБЕ

ЈАПЕТУС

ДИОНЕ

МИМАС

РЕА

ТЕТИС

ЕНЦЕЛАДУС

Поређење 9 Сатурнових сателита са Месецем.



ЈУПИТЕР



САТУРН



УРАН



НЕПТУН

ЗЕМЉА

Гигантске планете Сунчевог система. Имају релативно велике масе: од 320 — 15 пута веће од масе Земљине.

Планета	Средње одстојање од Сунца (у милионима km)	Трајање револуције (у тропским годинама)	Прави пречник (у km)	Маса (Земље=1)	Густина (Воде=1) (Земље=1)	Трајање ротације
Меркур	57,8	0,241	4 800	0,055	5,60	1,01 88d
Венера	108,1	0,615	12 200	0,826	5,21	0,94 244d
Земља	149,5	1,000	12 757	1,000	5,52	1,00 23h56m04s
Марс	227,7	1,881	6 800	0,108	3,94	0,71 24h37m23s
Јупитер	777,6	11,862	142 700	318,4	1,34	0,24 9h50m
Сатурн	1 425,6	29,458	120 800	95,2	0,65	0,11 10h14m24s
Уран	2 868,1	84,013	49 700	14,6	1,36	0,25 10h45m
Нептун	4 494,1	164,794	53 000	17,3	1,32	0,24 10h40m
Плутон	5 896,9	248,430	5 000?	1,09	?	?

Табела даје најважније податке о великим планетама Сунчевог система.

вестио је одмах Галилеј свога пријатеља Белизарија Винтија. Оно што је Галилеј приметио био је необични саставни део планете Сатурн — његов прстен.

Пречник Сатурна већи је око 9 пута од Земљиног. Маса Сатурна 95 пута је већа од масе Земље, али му је густина мања од густине воде.

У екваторској равни планету окружује широк пљоснат прстен. Тамни међупростори деле прстен на неколико концентричних прстенова. Њихову природу објаснио је Максвел. Он је доказао да се прстенови морају састојати од изванредно великог броја сићушних тела која обилазе свако својом путањом око планете. Разне тачке на прстену имају и различите брзине што је у сагласности са трећим Кеплеровим законом и доказује да се не ради о чврстом прстену из једног комада.

За обилазак око Сунца потребно је Сатурну 29,5 година а нешто више од 10 часова за ротацију око сопствене осе.

Језгро планете обавијено је густим слојевима облака у којима преовлађују метан и амонијак који је највероватније у чврстом стању. Сатурн има десет сателита. Највећи сателит Титан може се опазити и мањим дурбином. Његова периода износи око 16 дана.

Уран

Планету Уран и њена два највећа сателита Титанију и Оберона открио је **Хершел**. Ова планета видљива је само астрономским инструментима због чега је и примећена тек 1781. (види: Б/4). Средња даљина планете Урана од Сунца износи 19 астрономских јединица (једна астрономска јединица је средња даљина Земље од Сунца). Уранова година траје 84 земаљске године, док је трајање обрта око сопствене осе 10h 45m.

Уран има пет сателита. Најмањи сателит, Миранду, пронашао је **Г. Куипер** 1948. године. Овај сателит најближи је планети.

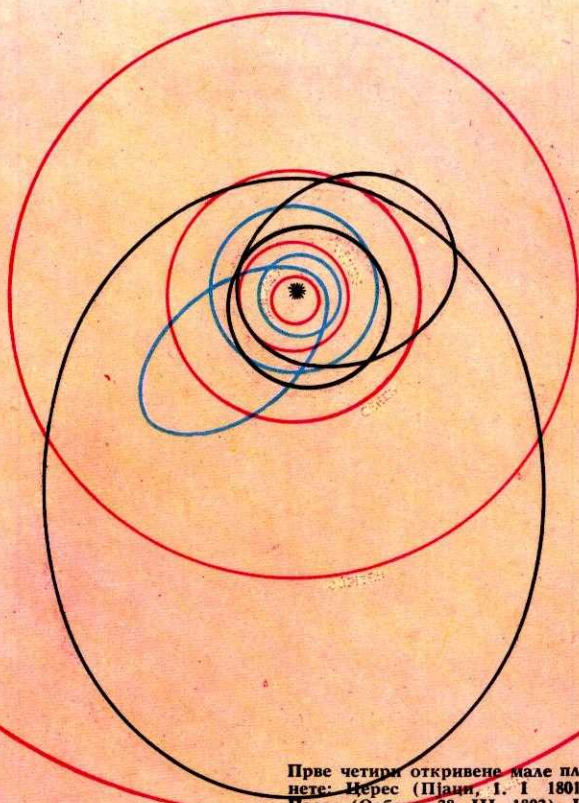
Уранова атмосфера врло је слична Јупитеровој и Сатурновој. Састављена је углавном од метана, а с обзиром на ниску температуру планете, можда и од амонијака, који, ако постоји, вероватно је у чврстом стању.

Нептун и Плутон

Планету Нептун открио је **Ј. Г. Гале** 1846. године на основу прорачуна **Ј. Ц. Адамса** и **У. ле Верјеја**. Они су, на основу поремећаја планете Уран, одредили елементе једне непознате планете што је **Ј. Г. Галеу** омогућио откриће. Нептун има два сателита. То су: Тритон и Нереид.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

СУНЧЕВ СИСТЕМ



Орбите неких планета и астероида.

Прве четири откривене мале планете: Церес (Пјани, 1. I 1801), Палас (Олберс, 28. III 1802), Јуно (Хардинг, 1. IX 1804) и Веста (Олберс, 29. III 1807).

ЈУНО

ПАЛАС

ЦЕРЕС

ВЕСТА



Језгро од најмањих астероида (4 км у пречнику) упоређен са Мон Бланом и небодером Минхена.



Узрок промене сјаја астероида.

Из малих и несигурних поремећаја планета Уран и Нептун извели су **П. Ловел** и **Е. Пикеринг** једну од могућих путања још неоткривене планете. И доиста, у одређеној зони неба фотографским путем регистрована је 1930. године нова планета Плутон. Планету је регистровао **Кл. В. Томбау**.

Пречник и запремина Плутона нису довољно познати. Плутонова година траје 248 земаљских година. С обзиром на огромно одстојање планете од Сунца (средање одстојање око 40 астрономских јединица) температура планете мора бити веома ниска.

МАЛЕ ПЛАНЕТЕ

Боде је 1766. године указао на једно емпиријско правило како би се одстојања планета од Сунца могла лакше запамтити. По том правилу средња одстојања од Сунца добијају се ако се сваком члану низа 0, 3, 6, 12, 24, 48. дода број 4. Бодеово правило навело је астрономе на помисао да између Марса и Јупитера мора постојати још неоткривена планета. И заиста, 1. јануара 1801. свештеник **Г. Пјаци**, директор Астрономске опсерваторије у Палерму, док је пажљиво бележио положаје звезда у сазвезђу Бика, приметио је једну звезду коју дотле није видео. Следећих дана приметио је да се ова звезда креће у односу на околне због чега је претпоставио да је открио комету. Међутим, Боде, тадашњи директор Астрономске опсерваторије у Берлину, примивши вест о проналаску, закључио је да се ради о једној од планета које је и сам тражио. Био је то почетак низа открића малих планета.

Прву малу планету назвао је Пјаци *Церес* — богиња правде, а по митологији заштитница Италије. Чувени математичар **К. Гаус** израчунао је из малобројних Пјацијевих посматрања њену путању. Ово откриће одиграло је значајну

улогу у историји астрономије. Гаус је путању Цереса одредио на основу три посматрања. Овај метод израчунавања очуван је до данашњих дана и чини основу теоријске астрономије.

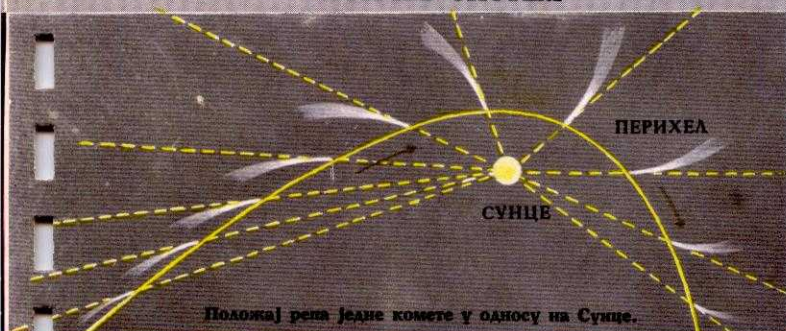
28. марта 1802. године открива Олберс другу малу планету *Палас*, а 1804. **К. Хардинг** трећу малу планету *Јуно*. Полазећи од претпоставке да су Церес и Палас одломци једне велике планете која се распала, наставља Олберс са трагањем. 1807. године проналази још једну малу планету — *Весту*. Олберс је продужио посматрања до 1816. године али без даљег успеха. До 1845. није било нових проналазака. Од тада низала су се нова открића: сваке године на десетине нових малих планета или како их је Хершел назвао *астероида*. 1957. године било их је регистровано 1626 а претпоставља се да њихов број варира између 60 000 и 100 000.

На Астрономској опсерваторији у Београду открио је **М. Протић** четири мале планете. Мала планета 1564 (1936 *ТВ*) названа је Србија.

Порекло малих планета, величине и путање

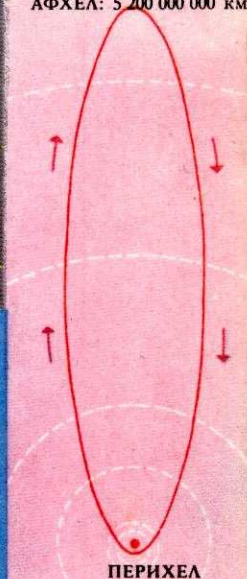
Олберсова претпоставка о једној великој планети која је доживела унутрашњи потрес и при том се распала није била оправдана. Орбите касније откривених астероида знатно су се разликовале што је и довело до одбацивања Олберсове претпоставке. **Јунг** је модификовао Олберсову хипотезу, претпостављајући да се неко тело распало на делове, а да су се затим ти делови распадали даље. Поменимо овде и претпоставку **Бобровникова**. По њему су мале планете продукт распадања комета. Он утврђује сличност спектара малих планета и комета што би указивало на њихово заједничко порекло. Мале планете и комете, по Бобровникову само су два стадијума развоја истих тела.

СУЊЧЕВ СИСТЕМ



Положај репа једне комете у односу на Сунце.

АФХЕЛ: 5 200 000 000 КМ



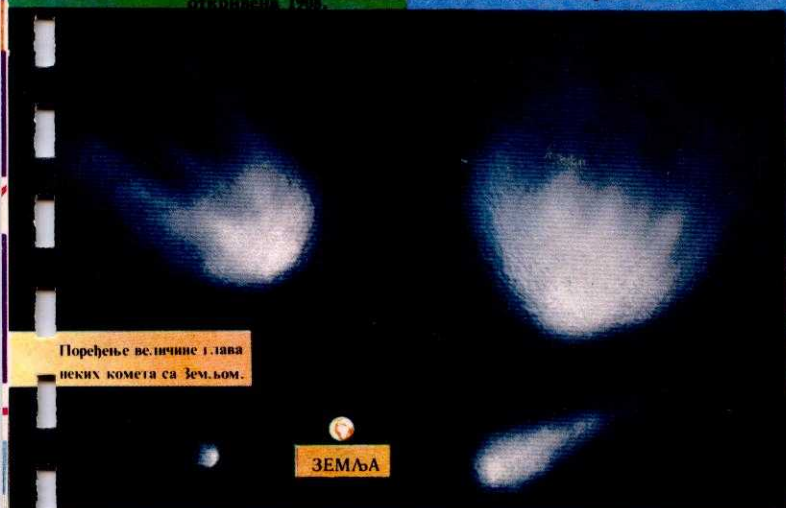
ПЕРИХЕЛ

Путања Халејево комете.



Комета Морехаус,
откривена 1963.

Изглед једне комете.



Поређење величине глава
неких комета са Земљом.

ЗЕМЉА



Мале планете су громаде неправилног облика, сличне метеоритима. Пречници четири највеће: Цереса, Паласа, Весте и Јуноне износе 384 km, 122 km, 125 km и 10 km. Огроман број малих планета није већи од 100 km у пречнику. Карактеристике путање малих планета: велики нагиб према еклиптици и знатније ексцентричности. Због велике ексцентричности поједине мале планете доспевају у близину Меркура док друге превазилазе путању Јупитера.

КОМЕТЕ

Свака комета састоји се из светле провидне масе, приближно кружног облика — *језгра* комете, и маглине која окружава језгро, назване *омотач* или *кома*. Омотач и језгро чине *главу комете*. Удаљена од Сунца, комета изгледа као бледа округласта маглина: тада светли само одбијеном Сунчевом светлошћу. Под дејством Сунчевих зракова формира се *реп* комете. Магличаста материја кометине главе се издужује образујући реп чији сјај опада са удаљењем од главе комете. Реп је увек у равни кометине путање и на супротној страни од Сунца. Дужина репа може бити већа од дужине одстојања Сунце — Марс. Комете су *највећа* тела нашег система. Чак су и најмање телескопске комете веће од Земље. Међутим, маса комете необично је мала: ни оне највеће комете нису могле изазвати никакав поремећај на планети којој су се приближиле. Њихова густина је мања од густине наше атмосфере. 1889. године једна комета прошла је између Јупитерових пратилаца не пореметивши ни најмање правилност њиховог кретања.

Путање комета

Комете се крећу око Сунца и у директном смеру (као планете) и

у ретроградном. Данас можемо сматрати да су путање комета издужене *елипсе* а не параболе. У случају да су параболе, комете се не би никада враћале у близину Сунца — оне не би биле стални чланови нашег система. Како се путање многих комета не могу тачно израчунати, често се делови кометине путање у близини Сунца апроксимирају параболом а те комете називају *параболичне*.

Комета са најкраћом периодом (40 месеци) је *Енкеова комета*. 1826. године откривена је *Бјелина комета* која се 1846. поделила на две одвојене мале комете скоро истог облика. Њихово растојање се повећавало а када су се 1852. године поново појавиле, растојање међу њима повећало се на око 10 одстојања Земља — Месец. После шест и по година је очекиван њихов повратак али нису виђене. 1872. године уочена је на очекиваној путањи права метеорска киша: било је очигледно да су се комете распале.

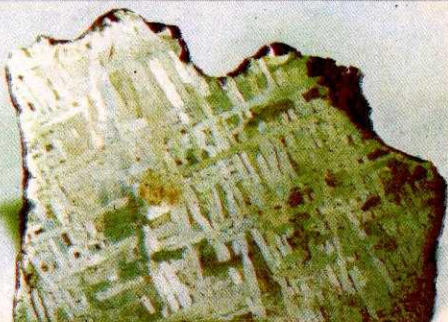
Халејева комета је прва комета чији је повратак прогнозиран. Приликом појаве једне комете 1682. године Халеј је уочио њен периодични карактер идентификујући је са кометама из 1607, 1531. и 1456. године. И ранији пролази ове комете били су познати, све од 466. пре наше ере. Халеј је закључио да је периода комете 75 година и њен повратак је предвидео за 1758. Француски математичар *Клеро* израчунао је поремећаје које комета треба да претрпи због Јупитера и Сатурна и њен повратак одгодио за годину и по дана. Ово се обистинило и комета се појавила 1759. године. Њен последњи повратак био је 1910. године, када је прошла између Земље и Сунца и вероватно својим репом једно време обухватала Земљу. Ова позната комета очекује се поново на нашем небу 1986. године.

Наставак на стр. 3/5

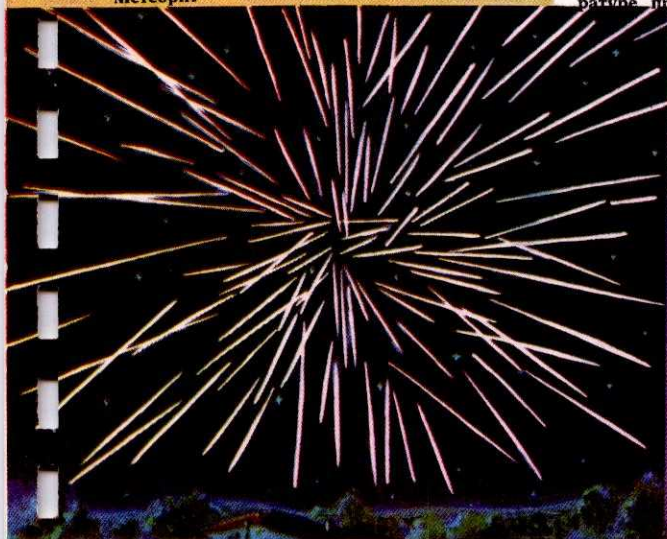
СУНЧЕВ СИСТЕМ



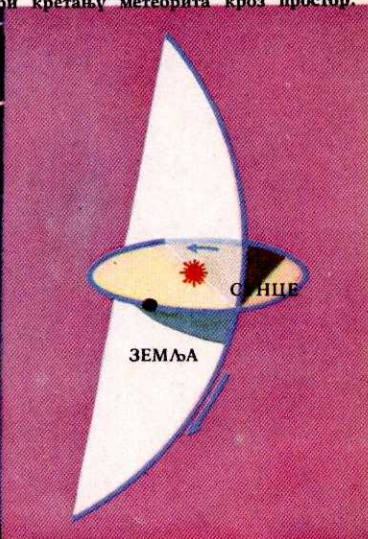
Метеорит



Пресек једног метеорита са Видманштетеновим фигурама које настају услед промене температуре при кретању метеорита кроз простор.



Метеорски пљусак



Пресек путање метеора са Земљиним путањом.



Путања и експлозија једног болида.

ЗВЕЗДЕ

САЗВЕЖБА

Распоред сјајних звезда на небу навео је људе, још од давнина, да их групишу у *сазвежђа* и да им дају имена божанстава, хероја, животиња или пак предмета за свакодневну употребу.

Имена великог броја сазвежђа северног и јужног неба, која се виде на географским ширинама Старог света, дугујемо Грцима. За имена сазвежђа Јужне хемисфере заслужни су морепловци, који су пловили по јужним морима, или научне експедиције, које су одлазиле на југ. У *Алмагесту* **Птолемеј** (100—178. н. е.) набраја имена 48 сазвежђа. У XVII веку регистровано је на Јужној полулопти још 12, а на Северној још око 50 сазвежђа. Највећа заслуга за ова открића припада **Ј. Бајеру** (1572—1625). Данас имамо 86 сазвежђа, од којих 12 зодијачких, 27 северно од Зодијака и 47 јужно од њега.

Зодијак је зона небеске сфере коју чине два круга паралелна еклиптици на одстојањима $+9^\circ$, односно, -9° од еклиптике. Појас Зодијака (реч зодијак потиче од деминутива грчке речи животиња) подељен је на 12 делова од по 30° , при чему је сваки део окарактерисан једним сазвежђем.

Сазвежђа северно од Зодијака: 1. Андромеда; 2. Береникина Коса; 3. Цефеј; 4. Делфин; 5. Гуштер; 6. Херкул; 7. Касиопеја; 8. Коњић; 9. Лабуд; 10. Лира; 11. Лисица; 12. Ловачки Пси; 13. Мали Лав; 14. Мали Медвед; 15. Орао; 16. Пегаз; 17. Перзеј; 18. Рис; 19. Северна Круна; 20. Стрела; 21. Троугао; 22. Велики Медвед; 23. Волар; 24. Возар; 25. Змај; 26. Змијоноша; 27. Жирафа.

Сазвежђа у Зодијаку: 1. Бик; 2. Близанци; 3. Девојка; 4. Лав; 5. Козорог; 6. Ован; 7. Рак; 8. Рибе;

9. Скорпија; 10. Стрелац; 11. Вага; 12. Водолија.

Сазвежђа јужно од Зодијака: 1. Бусола; 2. Часовник; 3. Делто; 4. Дорадо; 5. Феникс; 6. Гавран; 7. Голуб; 8. Хидра Женка; 9. Хидра Мужјак; 10. Индус; 11. Једнорог; 12. Јужна Риба; 13. Јужна Круна; 14. Јужни Крст; 15. Јужни Троугао; 16. Камелеон; 17. Кентаур; 18. Кит; 19. Компас; 20. Лаба Арго; 21. Лећећа Риба; 22. Мали Пас; 23. Микроскоп; 24. Мрежа; 25. Мува; 26. Олар; 27. Орион; 28. Октант; 29. Паун; 30. Пећ; 31. Пехар; 32. Пумпа; 33. Рајска Птица; 34. Река Еридан; 35. Секстант; 36. Сликари; 37. Софра; 38. Штит; 39. Тукана; 40. Телескоп; 41. Угломер; 42. Скулптор; 43. Велики Пас; 44. Вук; 45. Зеца; 46. Змија; 47. Ждрал.

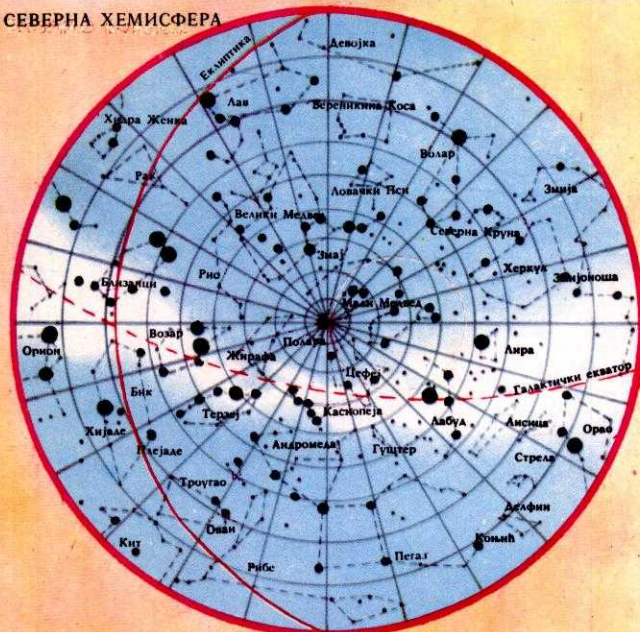
Звезде некретнице

Упоредбујући старе записе о звездама и изгледу сазвежђа са небом, људи су одавно запазили да звезде не мењају положаје вековима, због чега су и назване *некретницама*. Стари народи су веровали да су звезде причвршћене на огромној кристалној лопти, која се обрће једанпут у току једног дана око Земље. Временом Земљи је одузет привилегован положај центра света и разбијена је заблуда о кристалној сфери некретница; Земља је добила своје место у породици Сунца а звезде су распоређене на најразличитије даљине. Најепохалнији успеси припадају златним вековима астрономске науке када су живели **Никола Коперник**, **Галилео Галилеј**, **Јохан Кеплер** и **Исак Њутн**. То је период од краја 1400. до почетка 1700. године.

Привидна непомичност звезда потиче услед њихових изванредно великих одстојања од Земље (најближа звезда је на одстојању од 40 трилиона км) у поређењу са брзинама звезда. Међутим, неколико

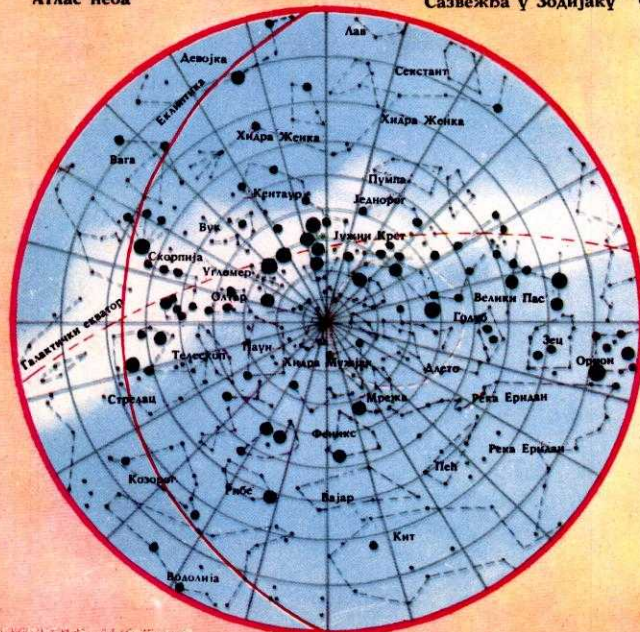
ЗВЕЗДЕ

СЕВЕРНА ХЕМИСФЕРА



Атлас неба

Сазвежђа у Зодијаку →



ЈУЖНА ХЕМИСФЕРА



хиљада година довољно је да се за-пази лагано померање звезда и промена изгледа сазвежђа. За сто хиљада година Велики Медвед имаће сасвим другачији облик од данашњег и личиће на слово У.

Звезде видљиве голим оком

Голим оком види се око 6000 звезда. Сјај звезда одређује се *привидним звезданим величинама*. Гранична привидна звездана величина за слободно око је шеста. Све звезде преко шесте привидне звездане величине, тј. седма, осма, девета итд., не видимо слободним оком а оне испод шесте, пете, четврте итд., могуће је посматрати без икаквог инструмента. Сјајније звезде имају име. Звезде истог сазвежђа (поређане по привидним величинама) означавају се словима грчке азбуке уз генитив латинског имена одговарајућег сазвежђа; на пример: звезде Бетелгез, Ригел и Белатрикс означавају се и као α Орионис, β Орионис γ Орионис.

Навешћемо имена неколико најсјајнијих звезда: *Сиријус* (α Canis Majoris), *Вега* (α Lyrae), *Капела* (α Aurigae), *Арктур* (α Bootis), *Ригел* (β Orionis), *Алдебаран* (α Tauri).

А ево како изгледа једна звезда на ноћ посматрачу који нема ин-струмент.

Окренимо се у правцу југа. Тада нам је са леве стране исток, са десне запад а иза леба север. Око поноћи, усред беличастог Млечног Пута, који се протеже преко целог неба од севера према југу, управо су пред нама, више или ниже над хоризонтом (што зависи да ли је посматрач у јужним крајевима Југославије или северним) два лепа сазвежђа Стрелац и Скорпион. Лако их препознајемо по њиховом облику. Прво сазвежђе не представља правог стрелца, нити друго отровног инсекта, али их ипак можемо препознати: прво по луку и стрели а друго по дугачком и завијеном репу. У Скорпиону светли

црвени Антарес, кога због изразите црвене боје можемо сматрати супарником Марса. Подижући очи према зениту, угледаћемо према истоку сазвежђе Орла са сјајном звездом Алтаир, сазвежђе Лабуца у облику великог крста са сјајном звездом Денеб и сазвежђе Лире са врло сјајном звездом Вегом. Ниско према западу је Спика, најсјајнија звезда сазвежђа Девојке, а нешто више блешти Арктур у сазвежђу Волара. Велика Кола или Велики Медвед најлакше уочавамо на звезданом небу. Ово сазвежђе сагледаћемо боље ако се од југа окренемо ка северу. У близини Великог Медведа примећујемо врло слично сазвежђе по изгледу али мањих размера. То је Мали Медвед или Мала Кола. Крајња звезда у руди Малих Кола је Полара. Лево од Малих Кола на североисточном небу истиче се сазвежђе Касиопеје, које подсећа на велико слово М.

Ако смо истрајали до зоре, приметимо да је Полара остала непомична и да се полако губи у светлости дана. Међутим, запазићемо да друга сазвежђа описују паралелне кругове око Поларе, утолико веће уколико су удаљенија од Поларе. Велики Медвед померио се према северу, Касиопеја према југу, док на северном хоризонту излази Капела, најсјајнија звезда сазвежђа Возар. Ако се поново окренемо према југу, запазићемо знатне промене. Скорпија и Стрелац потопљени у Млечном Путу приближавају се западу, док се појављује сазвежђе Рибе, а према истоку високо на небу пењу се сазвежђа Пегаз и Андромеда.

Висина Поларе на небу над хоризонтом указује нам одмах на којој се паралели налази наша осматрачница, односно која је њена географска ширина. Када бисмо се налазили на Полу, Полара би нам тада била над главом, тј. у зениту. Померајући се од Пола према екватору, Полара се спушта све ниже према хоризонту; посматрана

ЗВЕЗДЕ



ОРИОНА



АЛДЕБАРАН



АРКТУРУС



КАПЕЛА

ВЕГА

СУНЦЕ

СИРИЈУС

АНДРОМЕДЕ



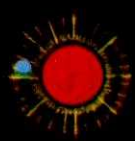
КАСИОПЕЈЕ



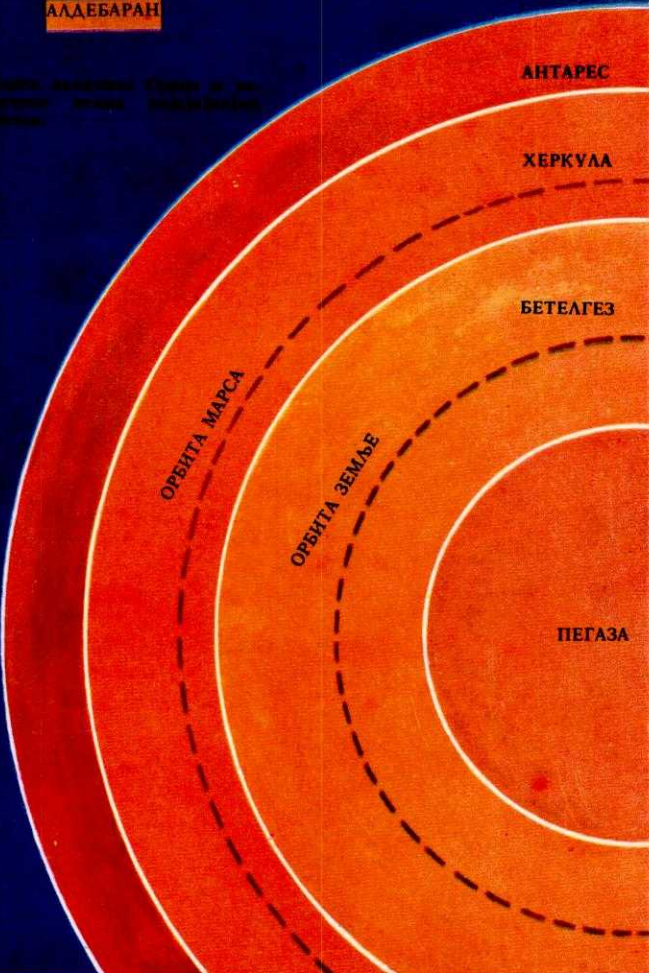
СКОРПИЈЕ



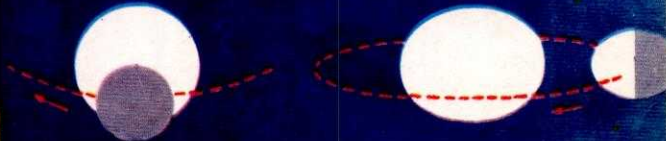
СКОРПИЈА



Боје неких звезда.



Звезда Лаголовог типа.



са екватора, налазила би се у северној тачки хоризонта посматрача. На територији Југославије висина Поларе варира од 41° — 46° , (у Охриду је 41° а у Љубљани 46°). Да бисмо добили представу о величини лука од 5° послужићемо се једним једноставним примером: опружимо руку и раставимо максимално палац и кажипрст. Визуре од ока преко врхова тако постављених прстију остварују на небеској сфери угао од око 15° . Ово важи за сваку нормално развијену особу, како за мушкарца тако и за жену. Према томе, ако желимо пронаћи Полару на географским ширинама Београда ($44^{\circ}8'$) или Љубљане ($46^{\circ}0'$) потребно је, од северне тачке хоризонта у правцу зенита, нанети три пута конструисани угао од 15° .

ТИПОВИ ЗВЕЗДА

Прву класификацију звезданих спектра дугујемо **Анђелу Секију** (1818—1878), директору Опсерваторије Римског колеџа. Служећи се једним старим и запустеним инструментом са монтираним призмом испред објектива, Секи је извршио поделу звезда на четири типа или *класе*, узевши за мерило боју посматране звезде. Првом типу ове класификације припадаше су *беле звезде* у чијим се спектрима запажало само неколико *воденикових* линија. Други тип чиниле су *жуте звезде* у чијим спектрима преовлађују линије *метала* (калцијум, гвожђе итд.). Овом типу припада и наше Сунце. *Наранџасте* звезде припадаше су трећем типу. Хидрогене линије у спектрима овог типа веома су слабе али се у њима запажају широке *тамне траке*. Четврти тип чиниле су *црвене* звезде. У спектрима овог типа тамне траке су се толико прошириле, да су од непрекидног дела спектра остали само поједини делови.

Спектралним класама Анђела Секија припада 90% свих звезда.

Данас је у искључивој употреби *харвардска* или (по америчком астроному **Дрејперу**) *дрејперовска* класификација. Она садржи 13 класа, које се обележавају великим словима азбуке: О, В, А, F, G, K, M, N, R, S, P, Q, W.

Може се рећи да је харвардска класификација, бар у своме главном низу, од спектралне класе О па до N, класификација према температури. Звезде класе О имају температуру око $30\,000^{\circ}\text{K}$ а звезде класе M температуру од свега $2\,500^{\circ}\text{K}$. Између класа О и M температуре постепено опадају.

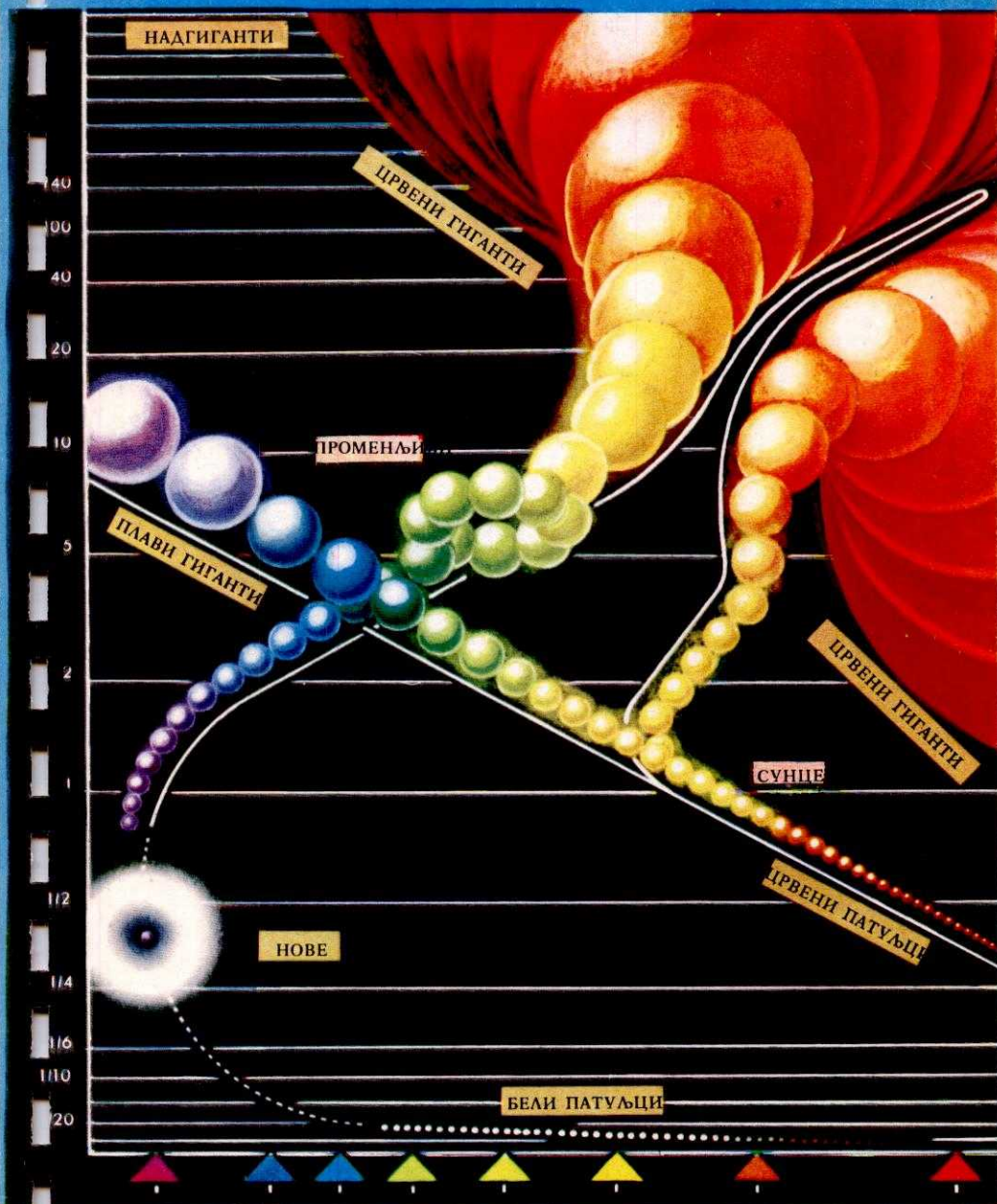
Величине звезда

Херцшпрунг—Раселов дијаграм сликовито нам приказује зависност температура звезда од њихових величина (види сл. Б/3). Црвене звезде по својим размерама могу бити или врло велике или врло мале; средњих величина нема. Звезде највећих размера назване су *звезде џинови*; звезде стотину пута мањих димензија добиле су име *звезде патуљци*. Црвени џин Антарес превазилази Сунце по обиму на десетине милиона пута али је зато звезда патуљак, такође црвене боје далеко мања од Сунца. Међу звездама жуте боје такође постоје џинови и патуљци али је разлика међу њима мања. Наше Сунце је жута звезда а по својим размерама припада категорији патуљака. Беле и плаве звезде не деле се на џинове и патуљке. Њихови пречници су око 40 пута већи од пречника Сунца.

Двојне звезде

Двојне звезде деле се на *двојне оптичке* и *двојне физичке*. Код оптичких двојних, близина две звезде само је привидна. Она је последица ефекта пројекције на небеску сферу. Код физичких двојних, посматрана близина је стварна а звезде су међусобно повезане истим законом који управља кретањем планета око Сунца, тј. за-

ЗВЕЗДЕ



Основне категорије звезда (Херцшпрунг-Раселов дијаграм према боји и величини звезда).

коном универзалне гравитације. О значају Хершеловог открића двојних звезда било је говорено раније (види серију Б).

Променљиве звезде

Звезде које мењају сјај називамо *променљивим*. Највећи број променљивих звезда су телескопске звезде. Међу сјајним звездама веома их је мало. Према учестаности промене сјаја можемо их поделити на *непериодичне* или *неправилне* и *периодичне* или *правилне*. Периодичне променљиве (које су многобројније) деле се на: звезде Алголова типа или еклипсне променљиве, Цефеиде и дугопериодичне променљиве.

Звезде Алголовог типа су веома блиске двојне звезде. Разликују се од других двојних звезда по нагибу путање. Врло правилна промена сјаја тумачи се на следећи начин: Земља се налази у равни путање блиског двојног система; пратилац сразмерно тамније површине периодички заклања диск главне звезде, изазивајући и периодичне промене сјаја. Најпознатија звезда ове класе је Алгол.

Цефеиде. Карактеристика ове класе је *непрекидна* промена сјаја. Периода промене сјаја је врло правилна и често врло кратка (од неколико сати). Механизам промене сјаја код ове класе тумачи се хипотезом *пулсација*: циновска гасовита лопта периодично се шири и скупља што и изазива периодичне промене сјаја. Типичан представник класе је б Цефеја.

Дугопериодичне променљиве звезде. Представник ове класе је Мира Цети („чудесна звезда у Киту“). Периода промене сјаја ове звезде варира од 320—370 дана а такође варира и сјај у максимуму и минимуму. Разлика сјаја у максимуму и минимуму је велика: у минимуму сјаја звезда је за голо око невидљива а у максимуму сјаја достиже понекад прву звездану величину. Све звезде ове класе су црвени цинови. До данас није са

сигурношћу утврђен узрок промене сјаја.

ОРИЈЕНТАЦИЈА

За оријентацију је довољно познавање једне од четири основне стране света. Ако смо окренути према истоку, за леђима нам је запад, лево север а десно југ. Ако смо пак, на јужној хемисфери окренути истоку, десно нам је север а лево југ. Оријентација на Северној хемисфери у току ведреноћи једноставна је захваљујући Полари: ако смо њој окренути, за леђима нам је југ, десно исток а лево запад. На Јужној хемисфери за ноћну оријентацију потражићемо Јужни Крст.

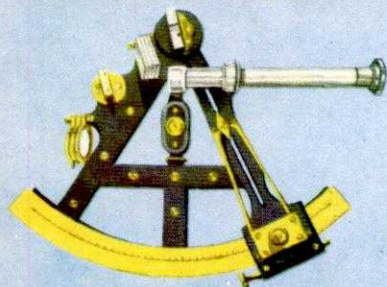
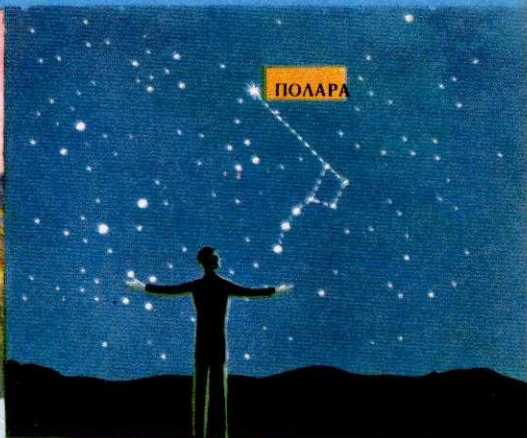
Бусола

За одређивање четири основне стране света у пракси нам служи бусола. Намагнетисана игла бусоле има особину да приближно показује правац север—југ. Правац магнетне игле заклапа са правцем север—југ мали угао који називамо *магнетска деклинација*. Магнетску деклинацију можемо дефинисати и као угао који образује магнетски меридијан са географским меридијаном, па према томе може да буде источна и западна. Да би се према правцу магнетног пола израчунао правац географског пола, потребно је додати или одузети (већ према томе да ли је магнетска деклинација источна или западна) вредност дате деклинације.

Секстант

Секстант је оптички инструмент намењен мерењима растојања небеских тела над хоризонтом. Познавање висине небеског тела у меридијану и деклинације омогућује одређивање географске ширине посматрачевог места. Инструмент је назван секстант по кружном сектору од 60° за који је причвршћен мали дурбин (види сл. Б/4).

ЗВЕЗДЕ

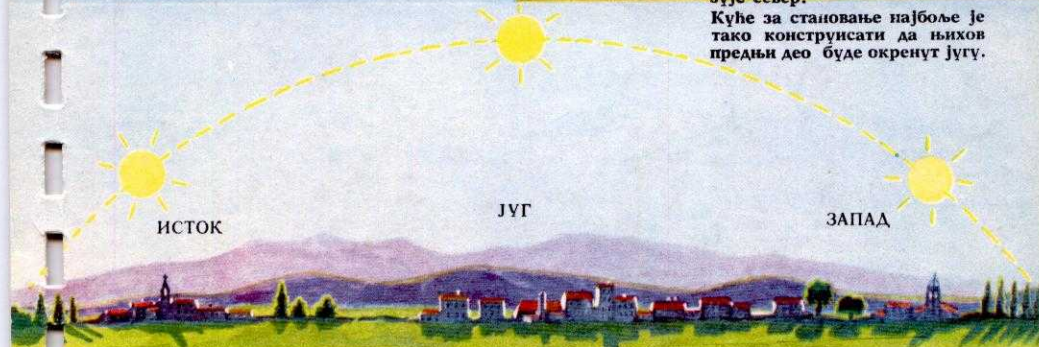


Секстант је инструмент који се најчешће користи у нautичкој астрономији.



Бусола. Врх игле обојен црно показује север.

Куће за становање најбоље је тако конструисати да њихов предњи део буде окренут југу.



ГАЛАКСИЈА

САСТАВ И ОБЛИК МЛЕЧНОГ ПУТА

У ведрим ноћима без месечине, подаље од градске светлости, можемо приметити беличасти појас неправилног облика који се протеже с једног на други крај неба. Према грчкој легенди из груди богиње Јуноне шикнуо је млаз млека док је дојила Херкула; млаз се расуо по целом небу оставивши траг: *Млечни Пут*. Код нас Млечни Пут носи назив *Кумова Слама*. Маје су га називали „Дугин брат“ а стари Немци „Пут иња и леда“. Млечни Пут зовемо и Галаксија (грчки *гала* значи млеко). Данас је познато да Млечни Пут сачињава огроман број звезда — сунаца које појединачно нисмо у стању да запазимо голим оком.

Галаксија има облик неправилног диска. Наш Сунчев систем налази се унутар Галаксије. Гледајући дуж велике осе диска (или дуж основне равни Галаксије) наш поглед наилази на мноштво звезда. То су управо оне звезде које образују неправилну траку Млечног Пута. Удаљавајући се од основне равни Галаксије број звезда се смањује а најмањи је у правцу управном на основну раван. Дуж тога правца релативно је мали број звезда. Из овога закључујемо: звезде које сваке вечери виђамо и неправилна трака Млечног Пута чине наш звездани систем — једно од многих звезданих острва Вассоне.

У појединим областима Галаксије запажамо неправилне тамне облаке. То су облаци тамне космичке прашине који нас спречавају да сагледамо сјај звезда иза њих. Најпознатији такви облаци налазе се у сазвезђу Јужног Крста и Лабада.

Пречник Галаксије износи око 100 000 светлосних година (једна светлосна година је одстојање ко-

је светлост пређе крећући се једну годину брзином од 300 000 km/sec.) а дебелина језгра Галаксије око 12 000 светлосних година. Према периферији дебелина галактичког диска се смањује.

Око Галаксије налази се око стотинак лоптичастих група звезда. То су *збијена звездана јата* — вангалактички системи звезда знатно мањих размера од Млечног Пута. Распоред збијених звезданих јата је симетричан у односу на раван Млечног Пута. У Млечном Путу збијена звездана јата нису видљива зато што њихова светлост не може да се пробије кроз слој тамне материје која лежи у галактичкој равни. Интересантно је закључити да збијена звездана јата чине *коначан систем* чији су нам готово сви чланови познати.

Месни звездани систем

Месни звездани систем чини неколико десетина хиљада звезда најближих Сунцу. Овај систем обухвата све звезде видљиве голим оком и многе телескопске звезде. Он је само један мањи део Млечног Пута. Од средишта месног звезданог система Сунце је удаљено око 200 светлосних година, а од средишта Галаксије око 30 000 светлосних година. Средиште Галаксије лежи у правцу сазвезђа Стрелац. Највероватније је да се средиште Галаксије поклапа са средиштем система збијених звезданих јата.

Кретање Сунца у Галаксији

Испитујући кретања звезда у околини Сунчевог система закључено је да се једне приближавају а друге удаљавају од нас истом брзином. Међутим, ово је само последица кретања Сунца међу звездама. Према последњим подацима креће се Сунчев систем, па према томе и Земља, брзином од 19,5

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

ГАЛАКСИЈА

Млечни Пут између сазвежђа Лабуд и Касиопеја.

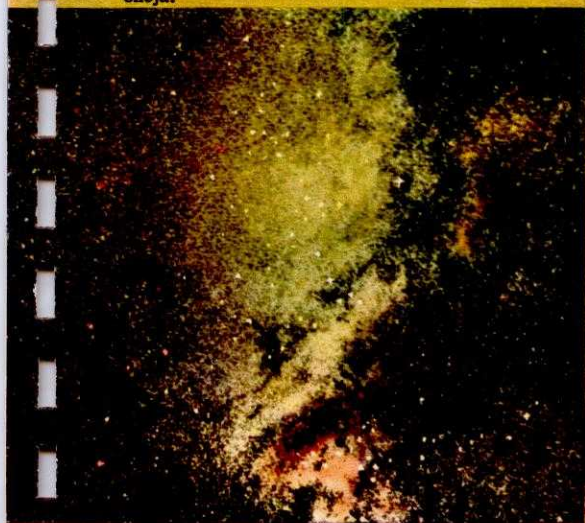
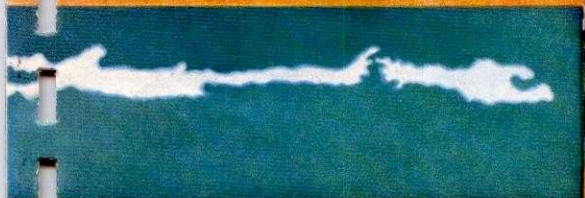


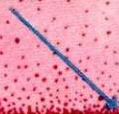
Схема Млечног Пута.



Млечни Пут у области Змијоноше.

Могући облик и размере Млечног Пута гледаног из профила. Означен је положај Сунца а крупније тачке представљају збијена звездана јата.

СУНЦЕ



СВЕТЛОСНЕ ГОДИНЕ

km/sek у правцу Вере у сазвежђу Лире. Тачка према којој се Сунце креће назива се *апекс*, а дијаметрално супротна тачка на небеској сфери *антиапекс*. За годину дана Сунчев систем превали пут од 600 милиона километара.

Расподела звезда у Галаксији

Претпоставља се да се $2/3$ укупне масе звезда налази концентрисано у језгру Галаксије. Таква расподела масе повлачи седам пута већу густину језгра од густине коју срећемо у близини Сунца.

Једна пажљива студија показала је да се звезде високе температуре налазе концентрисане у близини галактичке равни, тако да њихово максимално удаљавање не прелази више од 200 светлосних година. Међутим бројније звезде Сунчевог типа, удаљавају се доста од галактичке равни тј. око 1000 светлосних година. Звезде типа RR Лире, чије компонентне брзине образују управне равни на раван Галаксије налазе се на још већим одстојањима.

Отворена звездана јата

Пажљиво испитујући небо наилазимо на скупине звезда концентрисане на малом простору. Једна скупина садржи око стотинак звезда свих величина. Такве скупине звезда називају се *отворена звездана јата*, чији су најлепши пример Плејаде или Влашићи. Звезде једног јата имају заједничко кретање а налазе се скоро на истом одстојању од нас; исте су старости и порекла што је са становишта космогоније веома важно. Отворена звездана јата су галактички објекти (налазе се у унутрашњости нашег Звезданог система) због чега се ова јата понекад називају галактичким јатима.

ГАЛАКТИЧКЕ МАГЛИНЕ

Под галактичким маглинама подразумевају се *неправилне* маглине и *планетарне* маглине.

Неправилне маглине могу бити *светле* и *тамне*. И једне и друге налазе се у нашем звезданом систему. Најпознатија светла маглина је велика маглина у Ориону коју сачињавају светлећи гас и честице космичке прашине. Претпоставља се да маглина светли од светлости које се рефлектују од најближих звезда. Ова осветљеност испољава се било као флуоресценцијом гасова који образују маглину, било једноставним осветљавањем маглине. Запажено је да се светле маглине увек појављују у близини звезда класе В, док у близини тамних маглина нема довољно светлих звезда. Ипак су видљиве захваљујући светлој позадини Млечног Пута. **Хершел** је тамне маглине називао *међузвездане пукотине* али су касније **А. Секи** и **Е. Барнард** доказали да су те пукотине само привидне и да потичу од тамних апсорпционих маса, које као заклон не пропуштају светло удаљенијих звезда. Хершел је познавао 52 тамне области.

Димензије маглина су реда величине звезданих растојања па им је и густина несхватљиво мала. Спектар маглина указује нам да су пре свега сачињене од мешавине кисеоника и азота, водоника и хелијума.

Планетарне маглине. Пажљивим осматрањем неба телескопом запажамо још једну врсту галактичких објеката — *планетарне маглине*. Са слабијим инструментима видимо их као мале кружне или мало спљоштене светле котуриће. Средиште маглине најчешће заузима звезда слабог сјаја. Она се запажа у средишту, где је материја разређенија. Претпоставља се да су планетарне маглине звезде које су одбациле део спољашњег омотача. Одбачени омотач звезде почео је затим да се шири брзином од 10—50 km у секунди. Према **Р. Минковском** и другим астрономима, при образовању планетарних маглина, врло важну улогу имају магнетна поља.

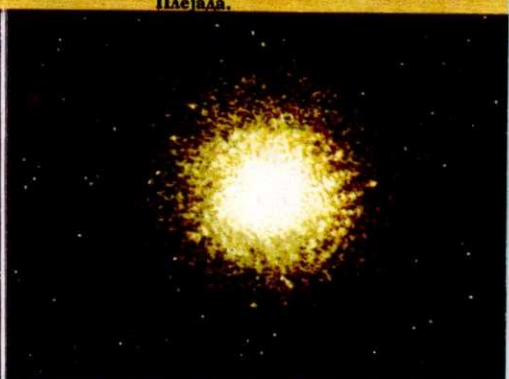
ГАЛАКСИЈА



Гасовита магина у Ориону.



Магине у области
Плејада.



Звездано јато М 13 у Херкулу.



Рак магина у сазвежђу Бика.



Магина у Лири.
(прстенаста планетарна магина)

Данас познајемо око 130 планетарних маглина које су углавном распоређене дуж Млечног Пута, а нарочито у правцу сазвежђа Стрелца.

Међузвездана материја

У Млечном Путу примећујемо велику количину космичке прашине или гасова различите природе, што скупа чини *међузвездану материју*. Густина гасова у међузвезданој материји није правилна. Гасови су провидни али су често удружени са гранулама космичке фото-апсорбујуће прашине. Тако удружени јаче апсорбују љубичасте зраке спектра него црвене због чега нам се удаљеније звезде чине црвеније. У састав међузвездане материје улази космичка прашина са 1—2%.

Заључујући о саставу Млечног Пута можемо рећи: поред десетина милијарди звезда унутрашњост Млечног Пута чине галактичке (или гасовите) маглине, отворена звездана јата и међузвездана материја. У близини Млечног Пута наилазимо на збијена звездана јата која су несумњиво у вези са Млечним Путем. Сви побројани објекти чине једно велико звездано острво, окружено простором без звезда, а далеко, на знатно већим одстојањима, много већим од димензија Млечног Пута сусрећемо друге звездане системе.

ОПШТЕ ИЗУЧАВАЊЕ ГАЛАКСИЈЕ

Опште изучавање Галаксије указало је на интересантне особине које се односе на релативна кретања, масу и емисију електромагнетских зрачења.

Ротација Галаксије

По аналогiji кретања посматраних код свих небеских тела одавно се претпостављало да се и Галаксија обрће око своје осе.

Први корак у расветљавању тајне ротације Галаксије дугујемо

Каптајну. Он је 1905. године показао да постоје две звездане струје супротног смера. Следећи корак начинио је **Г. Штремберг**. Изучавајући кретања звезда велике брзине установио је да су правци кретања ових звезда управни на правац ка средишту Галаксије. И коначно, **Б. Линдблад** и **Ј. Орт** доказују да Млечни Пут ротира око једног средишта које се поклапа са средиштем Млечног Пута. Средња брзина ротације система је око 300 km у секунди.

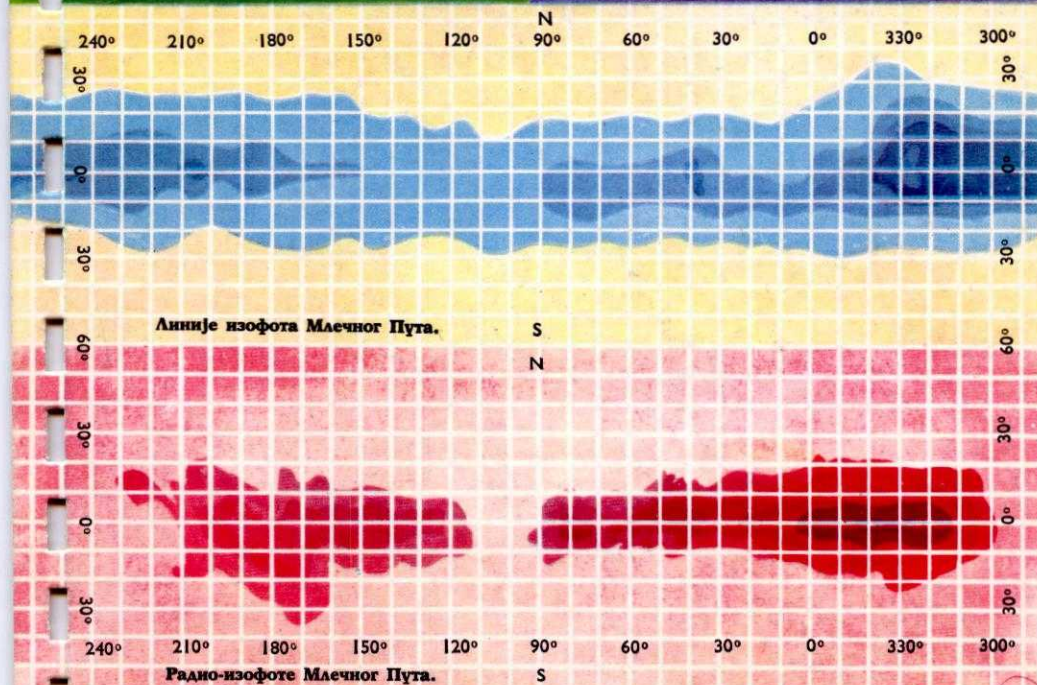
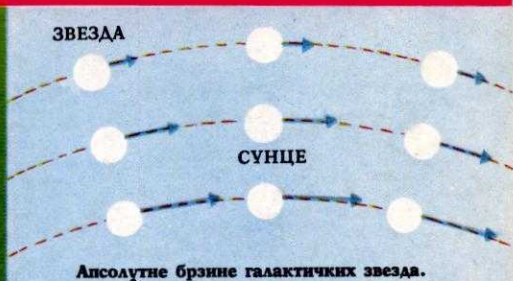
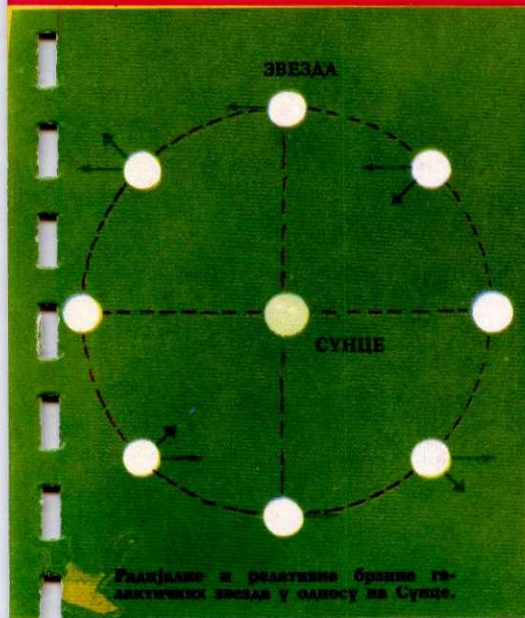
Као и у Сунчевом систему тако и овде брзине звезда зависе од удаљености од центра ротације. Звезде ближе средишту Галаксије кретаће се брже, а оне даље од центра, спорије.

Статистички подаци које је добио Орт, као и каснији подаци других астронома дају одговор на сва питања која се јављају као последица ротације Галаксије. Ротација Галаксије обавља се, слично ротацији точка, око своје мање осе. Наше Сунце учествује у овој ротацији. Његовој удаљености од 32 000 светлосних година од средишта Галаксије одговара брзина од око 300 km/sec, а периода обртања од 240 милиона година. Један период обртања Сунчевог система око центра Галаксије назива се *космичка година*.

Маса галактичког система

Познавајући димензије галактичког система и брзину ротације било је могуће извести укупну масу система. Укупна маса галаксије једнака је 200 милиона сунца. То не значи да се сва маса налази концентрисана у виду сунца или сферних тела. Приближно једна половина масе чини космичке облаке и осталу расуту међузвездану материју, а друга звезде. Пошто се рачуна да у галаксији има 33 000 сјајних звезда, остатак одговарајуће материје чине слабе и угашене звезде (око 66 милиона).

ГАЛАКСИЈА



ВАНГАЛАКТИЧКА ВАСИОНА

ВРСТЕ ГАЛАКСИЈА

В. Хершел је био први астроном који је приступио испитивању маглина. Захваљујући великим телескопима, које је сам израдио, открива, већ почетком XIX века, неколико хиљада различитих маглина. По његовом схватању разни облици маглина представљају разне ступњеве у процесу згушњавања маглина у звезде. **Ј. Хумболт** (1850) назива ове маглине *васионска острва*, а енглески астроном и конструктор телескопа **Е. Рос**, средином деветнаестог века, открива њихов *спирални* карактер. Рос је сматрао да су ове маглине састављене од светлих гасова, као и маглине у Млечном Путу. У Млечном Путу не срећу се спиралне маглине; њихов број се повећава са удаљењем од основне равни Млечног Пута. То и указује да оне не припадају нашем звезданом систему већ *вангалактичким* просторствима. Зато се и називају *вангалактичке*. Данас их називамо општим именом *галаксије*. Спиралне маглине чине само једну класу галаксија, а шта оне представљају било је непознато до 1925.

Све галаксије могу се поделити у три групе: спиралне, лоптасте или елиптичне и неправилне. Број откривених галаксија је огроман. На једној малој површини неба често их има знатно више него звезда.

Спиралне галаксије

Амерички астроном **Е. Хабл** доказао је 1925. да спирална маглина представља звездани систем. Њему је успело да разложи спиралне гране маглина Андромеде и Трoугла на хиљаде изванредно слабих звезда. Језгро чини најсјајнији део спиралне маглине: када спирале почињу из две дијаметралне тачке језгра, то је *нормална* спирала; ако пак спирале полазе из једне

краће или дуже шипке, која дијаметрално излази из језгра, то је *попречна* спирала (види сл. Ж/1).

Значајна карактеристика спиралних галаксија је појава *нових* и *супер нових* звезда. Око 65% укупног броја галаксија отпада на спиралне.

Типу спиралних галаксија, поред поменутих у сазвежђу Андромеде и Трoугла, припада и галаксија у сазвежђу Ловачки Пси а такође и наш Млечни Пут. Пречник велике маглине у сазвежђу Андромеде износи 120 000 светлосних година. Ова маглина може се запазити и голим оком.

Лоптасте или елиптичке галаксије

Ове галаксије одликују се одсуством спиралне структуре. Облик им је сферан или елиптичан. Код елиптичних, издужење галаксије зависи како од стварне спљоштености тако и од оријентације галаксије у односу на посматрача. Звездана структура галаксија овог типа слична је структури коју срећемо код збијених звезданих јата у близини Млечног Пута.

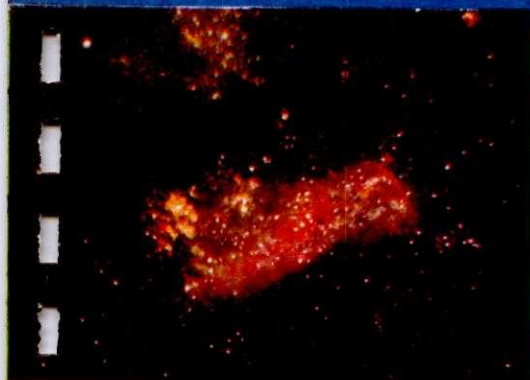
Неправилне галаксије

Чланови Магеланове експедиције, док су пловили по јужним морима, приметили су две врло сјајне маглине у сазвежђима Дорато и Тукана. Ове маглине називали су *Магеланови Облаци*. Они припадају неправилним галаксијама које чине само око 10% укупног броја галаксија. Код овог типа галаксија уочљиво је одсуство сваке симетрије облика.

Магеланови Облаци су нама најближе вангалактичке маглине. Одстојање Сунчевог система од њих износи око 163 000 светлосних година.

Данас се сматра да су неправилне галаксије најмлађи звездани системи а затим би следиле спиралне маглине, елиптичне и коначно лоптасте галаксије.

ВАНГАЛАКТИЧКА ВАСИОНА



Магеланови Облаци.



Долгата маглина.



Маглина у Береникиној Коси (спирална маглина гледана с бока).



Спирална маглина НГЦ 224 у Андромеди.



Спирална маглина у Ловачким Псима.



Попречна спирална маглина у Еридану.

ОДСТОЈАЊА И БРОЈ ГАЛАКСИЈА

Галаксије се налазе на тако великим одстојањима да се она не могу одредити методом триангулације, јер примена такве методе захтева основу која је упоређива са одстојањем које треба измерити. Због тога се морало прибећи другим методама. Да бисмо добили представу о удаљеностима галаксија поменимо да светлосни зрак из Андромедине маглине и маглине из сазвежђа Троугла путује до нас 1 500 000, односно 1 700 000 светлосних година, иако су ове две маглине, после Магеланових Облака, најближе. Телескопом опсерваторије Маунт Вилсон начињене су фотографије галаксија које се налазе на одстојању од 900 милиона светлосних година док су Маунт-паломарским телескопом, који има 5 m у пречнику, постигнута одстојања од око две и више милијарди светлосних година.

На велики број галаксија указује каталог галаксија Харвардске опсерваторије. Он садржи 500 000 галаксија до одстојања од 100 милиона светлосних година. Изгледа да се број галаксија повећава прогресивно са одстојањем. То указује да је међугалактички простор ослобођен било каквих упијајућих материја, сличних космичкој прашини.

Телескопом опсерваторије Маунт Вилсон фотографисано је преко милион галаксија, а са Маунт-паломарским фотографишу се непрестанно нова јата галаксија између 18. и 21. привидне звездане величине.

Локално галактичко јато

Како изгледа, галаксије нису у простору распоређене хаотично већ чине скупине или фамилије галаксија, које су назване *јата*. Утврђено је постојање групе од двадесетак галаксија, која је добила име „локално галактичко јато”. Овом јату припада и наш звездани

систем. Јато је елиптичког облика са великом осом дужине око 4 милиона светлосних година и дебелином од 400—600 хиљада светлосних година. Прорачуни указују да се средиште овог јата налази у Великој Галаксији у Андромеди. Утврђено је постојање галаксија које су физички повезане а које се налазе унутар локалног галактичког јата. Пример повезаности галаксија срећемо у случају наше Галаксије и Магеланових Облака као и у случају Галаксије у Андромеди — M 31 и елиптичних галаксија M 32 и NGC 205.

ДИМЕНЗИЈЕ, РОТАЦИЈЕ И РАСПОРЕД ГАЛАКСИЈА

Познавајући одстојања галаксија, као и њихов привидни пречник можемо извести њихове стварне димензије. Тако, на пример, Андромедина Галаксија, која има привидни пречник од око 4° , а удаљена је од Земље 1 500 000 светлосних година, има стварни пречник од 120 000 светлосних година, тј. мало је већа од наше Галаксије.

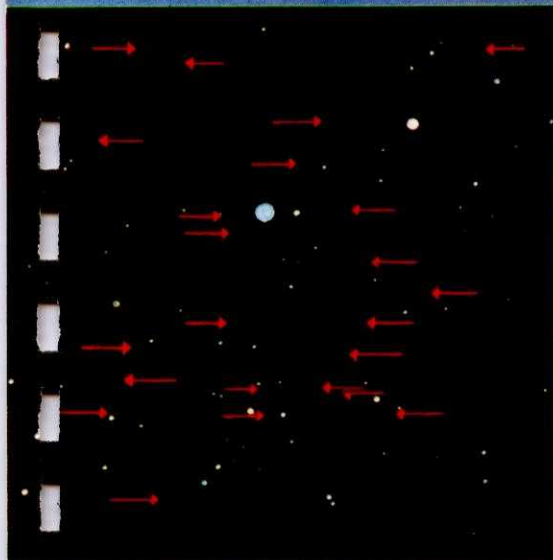
Међутим, већи број галаксија има скромније димензије. У студији о 2650 галаксија **Х. Шаплеј** је дошао до закључка да су средњи пречници галаксија између 10 000 и 14 000 светлосних година. Маса галаксија су углавном реда величине масе нашег Звезданог система а понекада и веће као у случајевима галаксија у сазвежђу Девојке.

Ротације галаксија

Проблем ротације галаксија, око централног језгра, привлачи већ дуже времена пажњу астронома. Студија овог проблема почела је од спиралне галаксије и то нама најближе — Галаксије у Андромеди. 1950. године извео је **Н. Мејол**, из померања спектралних линија према црвеном делу спектра, радијалне брзине 32 објекта ове галаксије. Из обављених по-

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

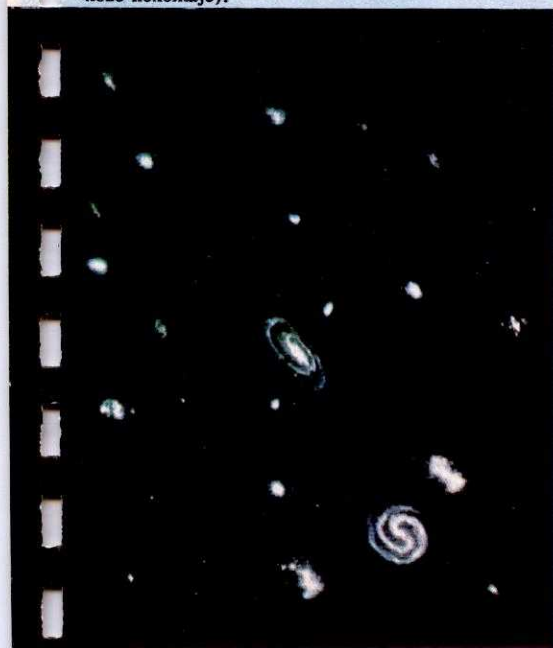
ВАНГАЛАКТИЧКА ВАСИОНА



Галаксије удаљене од наше планете 200 милиона светлосних година (цртице указују на њихове положаје).



Галаксије удаљене од наше Планете 2000 милиона светлосних година (цртице показују на њихове положаје).



Идеална реконструкција наше локалне Галаксије, састављена од двадесетак галаксија.



Звездано јато у сазвезбџу Пегаса.

сматрања је закључио да се Галаксија заиста обрће. Осим тога потврдио је да се брзина ротације повећава идући од централног језгра ка периферији, исто као у случају наше Галаксије.

И радови **В. Слифера**, који обрађује исти проблем али на другим спиралним галаксијама, потврђују постојање ротације и закључују да оне ротирају брзинама између 100 и 300 km у секунди. Из мерења радијалних брзина објеката у спиралним галаксијама изведен је закључак и о смислу ротације галаксије. При томе је уочено да начин завијања спиралних грана код галаксије у потпуности одговара смислу ротације те галаксије. Према смислу ротације друге спиралне галаксије могу се поредити са Млечним Путем. Из одређивања кретања звезда класа О и В, које се налазе у двома галактичким спиралама и на основу радио-зрачења, изведен је закључак да је смисао ротације Млечног Пута — гледаног са Северног пола — директан, те се спирале развијају конвексном страном, што је и код других спиралних галаксија утврђено.

Распоред галаксија

Чини нам се да је распоред галаксија у простору неправилан. Број галаксија се повећава према половима наше Галаксије а једнак је нули на галактичком екватору. Поред тога, северна хемисфера (северно од галактичког екватора) изгледа насељенија од јужне. Ова привидна аномалија објашњава се положајем нашег месног звезданог система у Млечном Путу; он се налази северно од галактичке равни. Управо због таквог положаја и постојања космичке материје у галактичкој равни, светлост са јужне хемисфере није у могућности у потпуности да продре до нас. На своме путу према нама, један део те светлости се апсорбује у галактичкој равни што и проузрокује разлику у броју га-

лаксија на јужној и северној хемисфери.

Што се тиче распореда галаксија по лонгитуди утврђено је недавно да је он свуда исти. Ово су потврдили најновија Хаблова испитивања. Зато можемо закључити: распоред галаксија је равномеран, како по латитуди тако исто и по лонгитуди а привидне неправилности у распореду само су последица нашег положаја у Галаксији.

ШИРЕЊЕ ВАСИОНЕ

Нема сумње, цела васиона је предмет једног општег закона: *закон еволуције*. Ништа није стално: развијају се звезде, галаксије а изгледа да еволуирају и скупине галаксија. Појава еволуције скупина галаксија позната је под називом експанзија или *ширење васионе*.

Еволуција галаксија

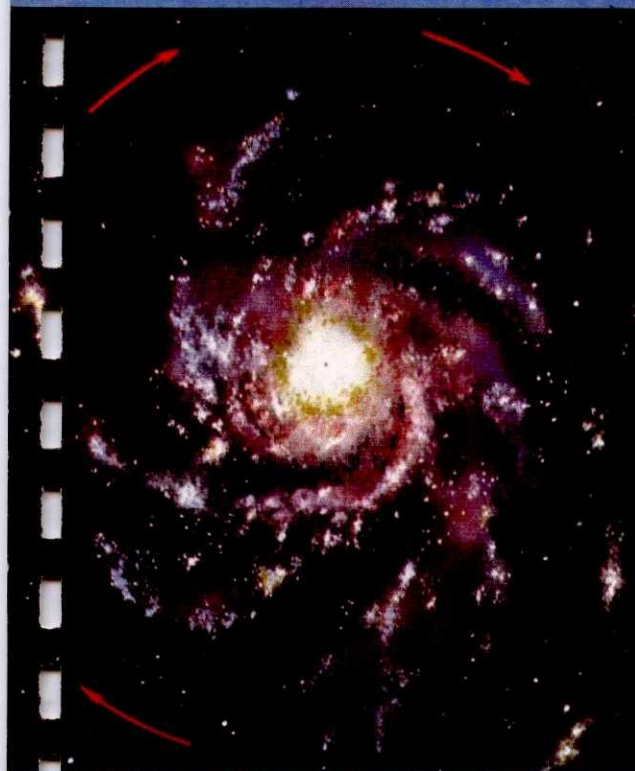
Хабл је поделио галаксије на три типа: лоптасте, елиптичне и спиралне. Шаплеј касније установљава једну класификацију сличну Хабловој али је допуњује једним новим типом — типом неправилних галаксија. Према Хаблу првобитне галаксије су биле лоптасте док су спиралне галаксије еволутивно млађе. Шаплеј тврди, да ако постоји развој галаксија тада мора да почиње од отворених спирала, преко затворених да би се завршио елиптичним, односно лоптастим типовима галаксија. Данашња схватања еволуције галаксија уклапају се у Шаплејеву претпоставку.

Основе ширења

Слиферова спектроскопска истраживања галаксија из 1922. године открила су две чињенице које су привукле пажњу: 1. велику радијалну брзину галаксија и 2. удаљавање галаксија од нашег Систе-

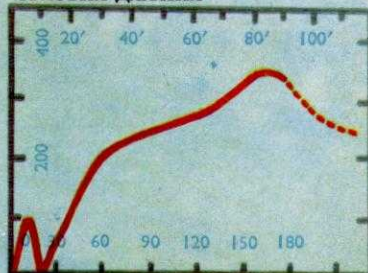
АСТРОНОМСКИ АТЛАС

ВАНГАЛАКТИЧКА ВАСИОНА



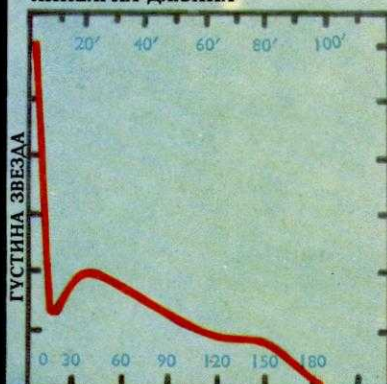
Смисао ротације једне галаксије
(М 101 из Великог Медведа)

УГЛОВНА ДАЉИНА



СВЕТЛОСНЕ ГОДИНЕ (у хиљадама)

ЛИНЕАРНА ДАЉИНА

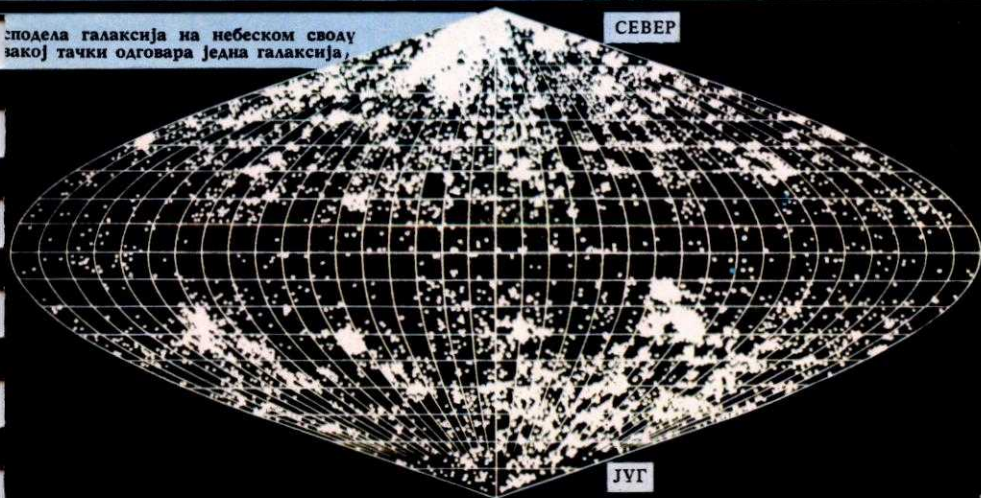


СВЕТЛОСНЕ ГОДИНЕ (у хиљадама)

Расподела брзина и густина звезда
у спиралној маглини М 31 у Андромеди

Расподела галаксија на небеском своду
закој тачки одговара једна галаксија,

СЕВЕР



ЈУГ

ма. Темељна истраживања потврдила су у потпуности наведене чињенице.

Интерес за галаксије се повећао и Хабловим накнадним открићем. Ово откриће је поставило закон пропорционалности између брзина удаљавања галаксија и њиховог одстојања од Земље. Закон каже: на сваки милион светлосних година повећавања одстојања галаксије, повећава се њена брзина удаљавања за 55 km/sec. То значи да се галаксија на одстојању повећаном за милион светлосних година удаљава брзином већом за 55 km/sec а на 10 милиона светлосних година повећања одстојања удаљава се брзином већом за 550 km/sec; на одстојању увећаном за 100 милиона светлосних година удаљава се брзином већом за 5 500 km/sec, итд.

КОСМОЛОШКЕ ТЕОРИЈЕ

У годинама када су **Хабл** и други астрономи обрађивали експерименталним путем појаву ширења васионе, појављује се низ астрономских радова, у којима се овај проблем третира теоријски, при чему се сви, теоријски постављени модели васионе, заснивају на Ајнштајновој теорији општег релативитета. Први модел поставио је холандски астроном **Де Ситер**. Касније нове modele постављају **Рус Фридман** и Белгијанац **Леметр**. Теорија општег релативитета — до данас најбоља поставка универзалне гравитације — у сагласности је са бесконачним бројем модела васионе. Они се могу поделити на две велике категорије: моделе стабилног стања (**Бонди**, **Голд**, **Хоје**) и моделе еволутивне, о којима је већ било речи. Према моделу стабилног стања нема промене структуре васионе с временом. Тачно је да се васиона шири, али њена густина остаје константна, јер постоји *стално ствара-*

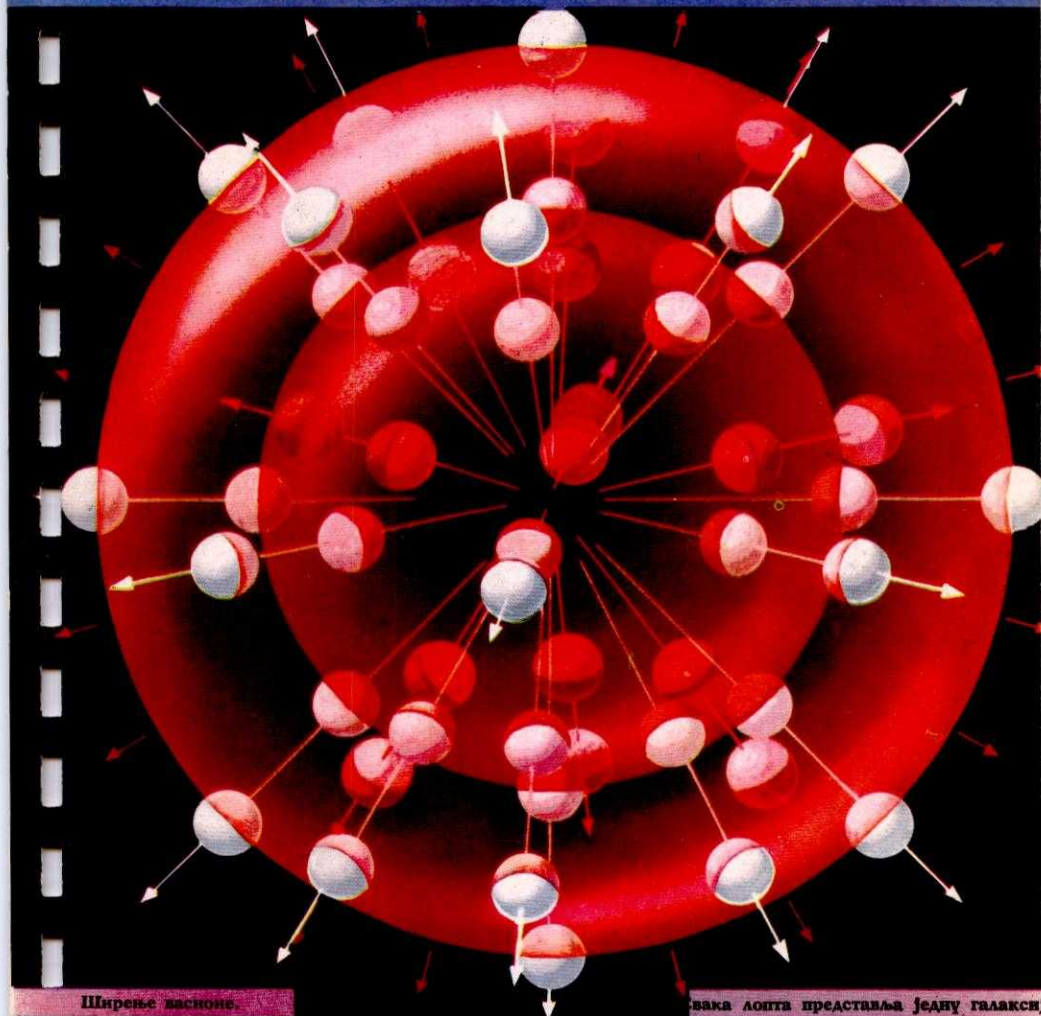
ње материје (веома спорим темпом, те се не може применити било каква контрадикција принципу одржања материје; стога се приближно за милион милиона година створи један атом водоника на један кубни дециметар). Код еволутивних модела не постоји стварање нове материје: васиона, која је експлодирала пре 10 милијарди година, из јако згуснутог стања материје, шири се стално и безгранично (модел који Американци називају *big-bang*, тј. велика експлозија). Међутим, ако дође до успореног ширења, гравитација је у могућности да ширење потпуно обустави и да га преобрати у скупљање. На тај начин бесконачно се смењују узастопна ширења и скупљања (циклични модел или бескрајни *big-bang*).

До данас су познате радијалне брзине за око 800 галаксија, што је указало на брзину ширења. Она износи око 2/3 брзине светлости (око 200 000 km/sec). Сличне појаве ширења запажају се и код свих галаксија, без обзира на њихов облик и димензије, било да се налазе на северној или јужној галактичкој хемисфери.

Старост васионе

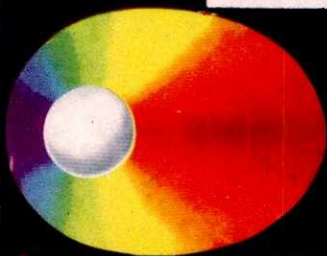
У почетку се мислило да је васиона стара три или четири хиљаде милиона година. Међутим, таква старост у супротности је са тврдњама геолога о старости Земље. На основу удаљавања галаксија, брзином која се увећавала на сваких милион светлосних година одстојања од места постанка, за 55 km/sec, израчунато је да су се пре око 6000 милиона година галаксије налазиле у додиру и да су градиле Леметров „првобитни атом“. Можда је од овог првобитног атома процесом експлозије настала васиона?

ВАНГАЛАКТИЧКА ВАСИОНА

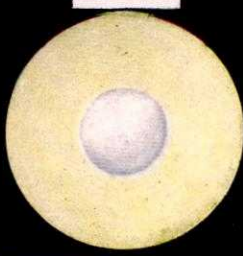


Ширење васионе.

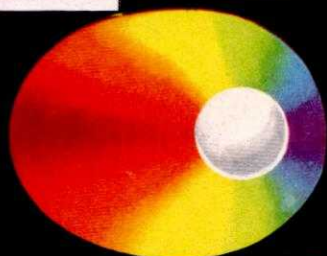
Овака лопта представља једну галаксију.



У ПОКРЕТУ



У МИРУ



У ПОКРЕТУ

Доплер-Физоов ефекат једног светлог тела у брзом транслаторном кретању.

АСТРОНАУТИКА

ИСТОРИЈА АСТРОНАУТИКЕ

Астрономија обухвата однедавно два нова поглавља: радиоастрономију и астронаутику.

Откриће атомске енергије донело је победу над гравитационим пољима планета, а пре свега над гравитационим пољем Земље, и потпуно омогућило фантастична путовања из маште **Жила Верна** (Пут на Месец, 1865), **Сирана де Бержерака** (Држава и царство месеца, 1649) и **Херберта Велса** (Први људи на Месецу). У својој књизи Велс износи идеју о чудотворној материји *кавориту*, која је способна да неутралише гравитациону силу. Човек је могао изаћи из гравитационог поља Земље једино у лопти споља обложеној поменутом материјом.

Поред чисте фантастике и маште, које од легендарног Дедала из грчке митологије симболишу сталну људску наду у победу простору и освајања других светова, јављају се научни и технички доприноси многих научника — претеча астронаутике. Један од првих био је амерички инжењер **Роберт Годар**, пионир авиона на млазни погон. 1919. године објавио је књигу „Метод за постизање највећих висина“ у којој указује на могућност упућивања на Месец једног пројектила начињеног од прашине магнетизма. Француском физичару **Роберту Есно-Пелтерију** дугујемо такође значајне студије из астронаутике и састава атмосфере. Најпознатији претеча астронаутике јесте Рус **Е. Циолковски**. Он је 1903. доказао да би ракета на млазни погон са течним горивом могла бити једино ефикасно средство за остварење међупланетарних летова. Њему такође дугујемо замисао о вештачким сателитима, са или без посаде, као основном средству кретања кроз космос. Почетком овог века, интерес за астронаутику у Совјетском Савезу

био је тако велики, да је 1927. године у Москви основано астронаутичко друштво названо „Друштво васионских путника“, које је имало за циљ окупљање свих лица заинтересованих за остварење летова у васионски простор. У Француској се 1928. године оснива астронаутичка комисија за пријем и изучавање радова из астронаутике у циљу доделе „Хиршове међународне награде за астронаутику“.

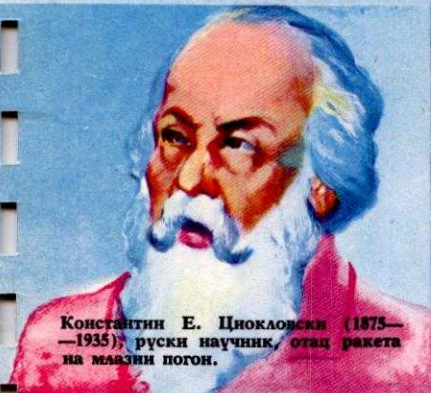
Други познати пионир астронаутике је **Вернер фон Браун**. Он је конструктор ракета V_2 , које су Немци употребили крајем другог светског рата. Тренутно је Фон Браун директор Групе за истраживање ракета којом руководи војска САД. Фон Брауну дугујемо и пројект ракете *Јупитер С*, са којим је избачен у орбиту сателит *Експлорер*; пројект за ракету Вангард, којом је избачен 1959. године сателит *Експлорер III*. Значајну заслугу Вернер фон Браун има и у пројекту ракете-носача *Сатурн-V*, која је 21. децембра 1968. године понела на пут до Месеца кабину Аполо-8 са тројицом америчких космонаута: Френком Борманом, Џејмсом Ловелом и Вилијамом Андерсом.

ПРВИ САТЕЛИТИ ЛАНСИРАНИ У СССР-у

Тадашњи председник САД Ајзенхауер, објавио је 29. јула 1955. да ће САД, у току међународне геофизичке године 1957—58, лансирати у васиону вештачки сателит. После две године — у току геофизичке године — поново је говорио Ајзенхауер о вештачким сателитима. Међутим, овога пута могао је истаћи успех Совјетског Савеза. Они су тада имали већ два сателита у свмиру.

АСТРОНОМСКИ АТААС

АСТРОНАУТИКА



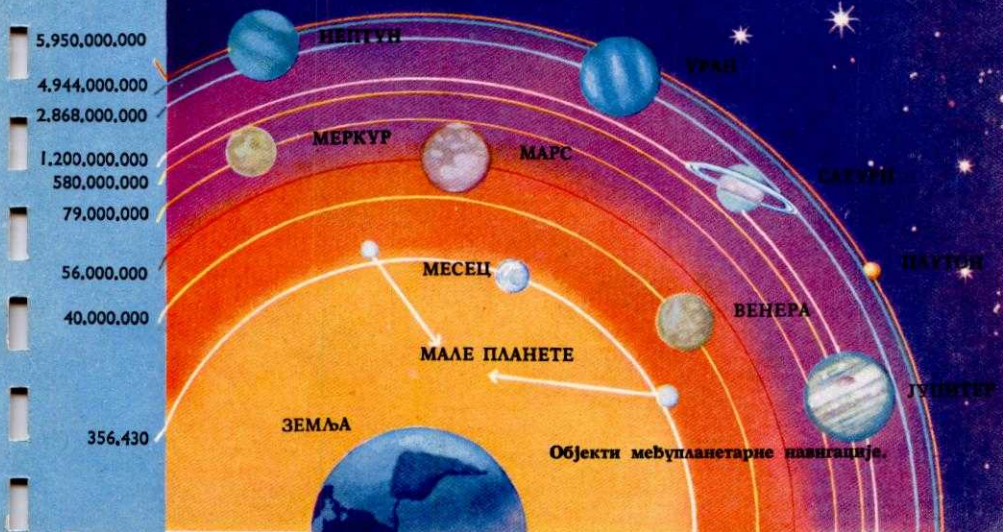
Константин Е. Циоковски (1875—1935), руски научник, отац ракете на млазни погон.



Вернер фон Браун, немачки научник, пионер астронаутике. Пројектовао је ракете Јупитер С и Восток.



Лансирање ракете Атлас.



Спутник I

У ноћи између 4. и 5. октобра 1957. године објавио је Радио Москва следеће саопштење: „Први вештачки сателит на свету лансиран је успешно у Совјетском Савезу на дан. 4. октобра. У овом тренутку он кружи око Земље по елиптичној путањи на висини од око 900 km. Сателит је лоптастог облика, са пречником од 58 cm и масом од 83,6 килограма а снабдевен је радио-одашљачем. Сателит је лансиран у оквиру међународне геофизичке године. Ракета носач понела је сателит до стратосфере и убацила га у путању брзином од око 8000 метара у секунди“.

Спикер је завршио следећом свечаном изјавом: „Лансирање вештачког сателита није само изванредан научни догађај у историји човечанства, него је и прва неопходна фаза за освајање међупланетарног простора. Са поверењем можемо рећи да ће кроз неколико година лет према Месецу бити стварност, као што је данас ово лансирање вештачког сателита“.

Спутници II и III

Руси су 3. новембра 1957. године лансирали други Спутник, који је имао следеће карактеристике: маса: 1120 kg, облик: купаст, удаљеност у апогеју: 1670 km, удаљеност у перигеју: 226 km, периода обиласка: 103,70 минута, нагиб према равни екватора: око 65°, циљ: проучавање ултраљубичастих и космичких зрачења, тј. утицај помутног зрачења на жива бића (у овом случају то је био пас Лајка).

Трећи Спутник био је лансиран 15. маја, опремљен телеинструментима за геофизичка мерења а имао је следеће карактеристике: маса: 968 kg, удаљеност у апогеју: 1740 km, удаљеност у перигеју: 240 km, периода обиласка 106 минута, нагиб према равни екватора: 65,3°. Циљ: одређивање притиска и састава ваздуха високих слојева атмосфере.

Три Луника

Први Луник, који није успео да уђе у гравитационо поље Месеца, већ је остао као једна мала планета између путања Марса и Земље лансиран је 2. јануара 1959.

Луник II лансиран је 12. септембра 1959. године са циљем да измери магнетско поље Месеца. Он је пао на Месец у близини кратера Архимед непирајући постојање било каквог осетљивог магнетског поља Месеца.

4. октобра 1959. године лансиран је Луник III, који је 7. октобра снимио невидљиву страну Месеца. Снимци су били емитовани на Земљу.

Следећа лансирања Спутника

Спутник IV, са моделом лутке која је симулирала неке виталне функције лансиран је 15. III 1960. Основне карактеристике: маса: 2500 kg, удаљеност у апогеју: 368,1 km, удаљеност у перигеју: 304,4 km, периода обилажења: 91,1 min., нагиб према равни екватора: 64°,9.

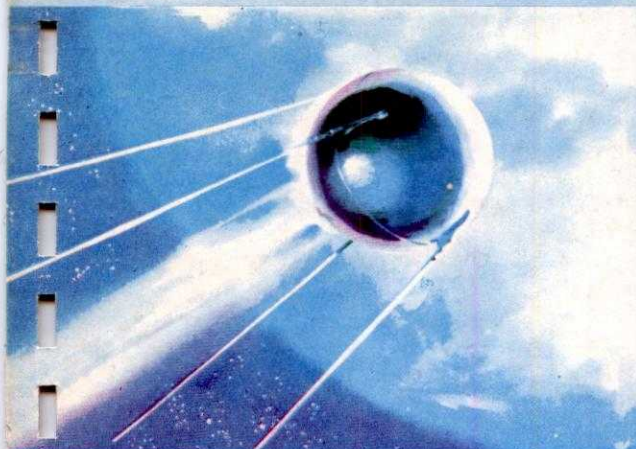
Спутник V са два пса, два пацова, 40 мишева, мувама, алгама, биљкама и семенкама лансиран је 19. VIII 1960. У Спутнику је био уграђен телевизор за посматрање реакција паса. Основне карактеристике: маса: 5200 kg, удаљеност у апогеју: 340 km, удаљеност у перигеју: 306 km, периода обиласка 90,72 min., нагиб према равни екватора 64°,57.

Спутник VI, који је понео два пса лансиран је 1. XII 1960. Основне карактеристике: 4563 kg, удаљеност у апогеју: 265 km, удаљеност у перигеју: 187 km, периода обилажења 88,6 min., нагиб према равни екватора: 65°.

Спутник VII са основним карактеристикама: маса: 6483 kg, удаљеност у апогеју: 328 km, удаљеност у перигеју: 224 km, периода обилажења 89,8 min., нагиб према равни екватора: 64°, лансиран је 4. II 1961.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

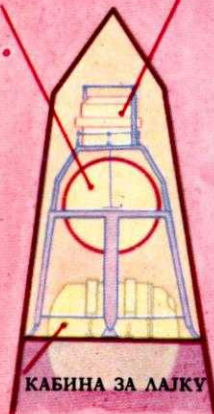
АСТРОНАУТИКА



„Спутник I” — први вештачки сателит лансиран у орбиту око Земље у Совјетском Савезу, 4. X 1957.

ИСПИТИВАЧ ЗРАЧЕЊА

ОДАШИЉАЧИ
БАТЕРИЈЕ ИТД.



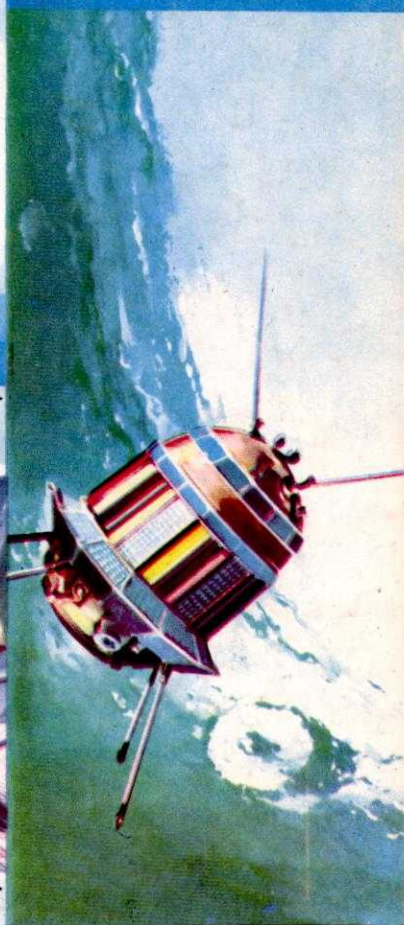
КАБИНА ЗА ЛАЈКУ

Лајка у својој херметичкој кабини.



Предњи део „Спутника II”, лансиран у орбиту 3. XI. 1957.

„Лунник III” лансиран је 4. X. 1959. а 7. X. 1959. снимно је невидљиву полулошту Месеца. На слици је сонда, коју је понео „Лунник III” замишљена над кратером Циолковски.



тања коју је прешао „Лунник III”

Спутник VIII, који је носио једног пса, лансиран је 9. III 1961. Основне карактеристике: маса 4695 kg, удаљеност у апогеју: 249 km, удаљеност у перигеју: 187 km, периода обилажења: 88 min., нагиб према равни екватора: 65°.

Спутник IX, који је понео једног пса, лансиран је 25. III 1961. Основне карактеристике: маса 4695 kg, удаљеност у апогеју: 247 km, удаљеност у перигеју: 178 km, периода обилажења: 88 min., нагиб према равни екватора: 65°.

НЕКИ ОД САТЕЛИТА ЛАНСИРАНИ У САД

Експлорери и Вангарди

Експлорер I је први успешно лансиран сателит у САД. Лансирање је обављено 31. јануара 1958. године. Помоћу Експлорера I добијени су подаци о Ван Аленовим прстеновима. Ове веома радиоактивне прстенове, који окружују Земљу, открио је амерички физичар **Џејмс ван Ален**. У питању су две Земљине ротације. Средње одстојање унутрашњег прстена од површине Земље је око 3000 km а спољњег око 18 000 km. Интензитет зрачења ових прстенова представља смртну опасност за људски организам.

Око 20 Експлорера који су лансирани у САД били су снабдевени теле-инструментима за геофизичка мерења.

Вангарди су такође били снабдевени теле-инструментима за слична мерења. На пример: Вангард I, лансиран 17. марта 1958, дао је важне податке о густини атмосфере а из примљених регистрација могло се утврдити да Земљино правитационо поље око екватора није егзактно симетрично.

Метеоролошки сателити

Ови сателити носе назив *Тирос*, што је скраћеница од „Television

Infra-Red Observation System”. Снабдевени су фото-телеграфским апаратима за откривање формирања облака. Тирос I лансиран 1. априла 1960. године фотографисао је гомиле облака, ваздушна струјања и стварање непогода и циклона. Тиме је отпочела нова ера у предвиђању времена.

Сателити за телекомуникације

САД су лансирале велики број сателита овога типа. Они се деле на пасивне и активне. Пасивни сателити самим својим присуством обављају постављени задатак. Њихова површина је посебно припремљена да одбија радио-таласе као што огледало одбија светлосне зраке. Сателит овога типа Ехо I, лансиран је 12. августа 1960.

Активни сателити носе један потпун систем, који је способан да прима херцове таласе, да их трансформише, региструје, амплифицира, кодикује и поново емитује. Један од ових сателита био је *Скор*, који је лансиран 18. децембра 1958. године. Истом типу припадају и сателити *Курије*.

Телстар (потиче од енглеске речи *telecommunication* — телекомуникација и речи *star* звезда) је назив вештачких сателита намењених телекомуникацијама. Телстар I, који је лансиран 12. јула 1962. године из Кејп Кеневерал (данас Кејп Кенеди) омогућио је први директан телевизијски пренос из Америке у Европу.

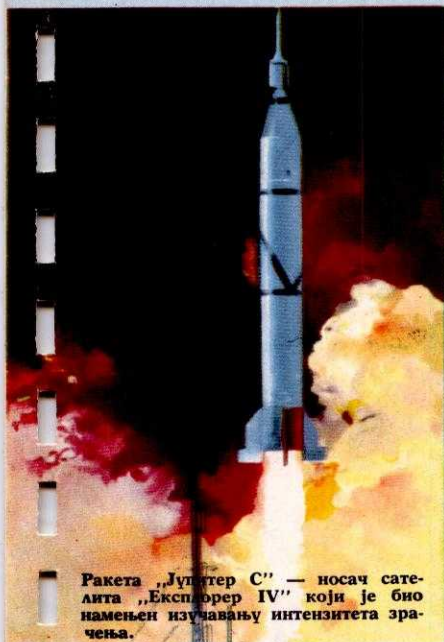
МЕБУПЛАНЕТАРНЕ СТАНИЦЕ

Мебупланетарне станице, изграђене како у САД тако и у СССР, од изванредног значаја су у програму за коришћење планета Сунчевог система.

— *Венера I* (СССР) лансирана 12. фебруара 1961. према Венери; прошла је на 180 000 km од Венере, емитујући сигнале са два милиона километара удаљења од Земље. Радио је потом отказао.

АСТРОНОМСКИ АТЛАС

АСТРОНАУТИКА



Ракета „Јупитер С“ — носач сателита „Експлорер IV“ који је био намењен изучавању интензитета зрачења.

„Експлорер IV“.



„Експлорер VII“ лансиран је ракетом „Тор“ 13. октобра 1960.



„Вангард I“ спреман за лансирање. Понео је једног ласа.



„Дискаверер XI“, лансиран је 15. априла 1960. ракетом „Тор“, средње носивости.



У САД су лансирани многобројни експериментални сателити за телекомуникације. На слици је „Ехо I“, сателит-акустичког објекта пречника 31 м, чија је површина покривена металним плочама.



— *Маринер I* (САД) лансиран 22. јула 1962. према Венери; није ушао у предвиђену путању и зато је уништен по команди са Земље.

— *Маринер II* (САД) лансиран 22. августа 1962. према Венери. Прошао на удаљењу од 35 000 km од површине планете, испитујући је 35 минута помоћу два радара.

— *Марс I* (СССР) је лансиран 2. новембра 1962. према Марсу, али је ушао у орбиту око Сунца емитујући податке о космичком простору све до 7 милиона километара од Земље.

— *Маринер III* (САД) — Лансиран 5. новембра 1964. према Марсу, али није постигао циљ због истрошености Сунчевих батерија и грешака у правцу.

— *Маринер IV* (САД) — Лансиран 29. новембра 1964. према Марсу. Са висине од 17 000 km од површине Марса емитовао је изванредно занимљиве фотографије површине планете.

— *Зонд II* (СССР) — Лансиран 1. децембра 1964. године према Марсу, али није стигао до планете због скретања са прорачунате путање. Ипак је емитовао корисне податке успевши да ухвати сигнале са Јупитера.

— *Венера II* (СССР) — Лансирана 12. новембра 1965. према Венери; прошла поред Венере на одстојању од 24 000 km, а емитовала је само у току прве половине пута.

Скорашњи подвиг Венере IV лансиране у СССР 18. новембра 1967.

После четворомесечног пута, међупланетарна станица Венера IV стигла је на планету Венеру и о

њој на Земљу упутила податке од изузетне вредности. Чињеница да је аутоматика у датим тренуцима изванредно функционисала, што је и довело ракету до Венере и до њеног контролизованог спуштања на површину планете, представља технички до тада невиђени успех.

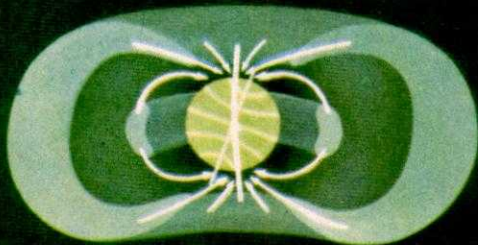
Човек у космосу

Космонаут Јуриј Гагарин (СССР) обавио је 12. априла 1961. први васионски лет у броду с људском посадом и тиме започео историјску етапу у освајању свемира. Отада је читава плејада совјетских и америчких космонаута обавила низ значајних летова и операција, мада простор не дозвољава да се о њима пише. Ипак, *Аполо* програм (САД) представља у извесном смислу највећи домет, јер бродови с људском посадом напуштају Земљину орбиту и крећу у правцу других небеских тела. Тако је први лет до Месеца и натраг остварила посада *Апола 8* (Борман, Лавел и Андерс), лансирана из базе у Кејп Кенедију 21. XII 1968. уз помоћ ракете носача *Сатурн*. После успешних мисија *Апола 9* и *10*, славна посада *Апола 11* (Армстронг, Колинс и Олдрин), лансирана 16. VII 1969, обавила је највећи задатак: месечев модул *Орао* спустио се у Море тешине 20. VII, а Армстронг и Олдрин су у току шетње обавили значајне задатке и понели узорке Месцевог тла. После успешног узлетања и спајања са матичним бродом, капсула с три астронаута спустила се у Тихи океан у тачно предвиђеном року. Недавно је остварен још један значајан пројекат. *Аполо 12* (Конрад, Гордон и Бин) обавио је сличну мисију у Океану бура, између 14. и 24. XI 1969. и са деловима аутоматске станице *Сервејер*, узорцима тла и снимцима Месцеве површине, вратио се на Земљу неких 244 часа после лансирања.

АСТРОНОМСКИ АТААС

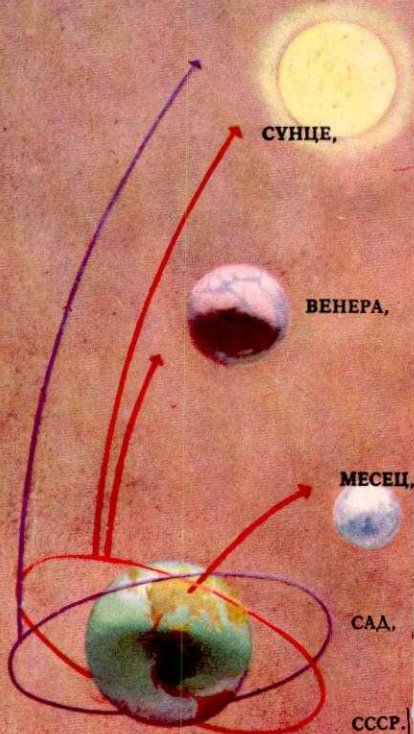
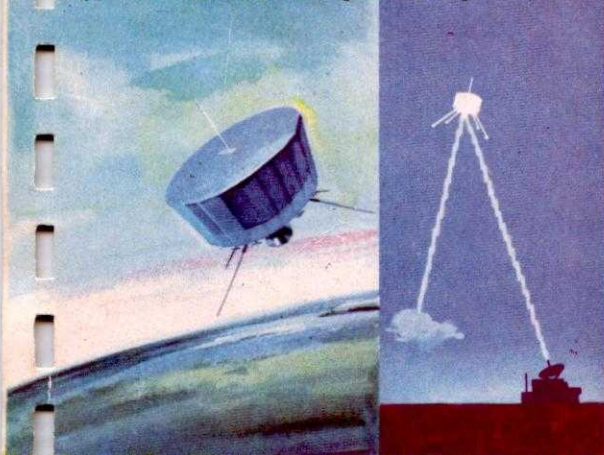
АСТРОНАУТИКА

Космонаути	Датум	Број орбита	Проведено време	Име капсуле
GAGARIN (URSS)	12/4/1961	1	1 48'	Vostok I
SHEPARD (USA)	5/5/1961		15'	Faedom I
GRISSOM (USA)	21/7/1961	»	16'	Liberty Bell
TITOV (URSS)	6/8/1961	17	25 18'	Vostok II
GLENN (USA)	22/2/1962	3	4 56'	Amicizia VII
CARPENTER (USA)	24/5/1962	3	4 56'	Aurora VI
NIKOLAJEV (URSS)	11/8/1962	64	94 22'	Vostok III
POPOVIC (URSS)	12/8/1962	48	70 58'	Vostok IV
SCHIRRA (USA)	3/10/1962	6	9 13'	Sigma VIII
COOPER (USA)	15/5/1963	22	34 20'	Fede VII
BYKOVSKY (URSS)	14/6/1963	81	119 6'	Vostok V
TERESKOVA (URSS)	16/6/1963	48	70 50'	Vostok VI
KOMAROV-FEOKTISTOV-YEGOROV (URSS)	12/10/1964	16	24 17'	Voskod I
BELAYEV-LEONOV (URSS)	18/3/1965	17	27 2'	Voskod II
GRISSOM-YOUNG (USA)	23/3/1965	3	4 54'	Gemini III
MCDIVITT-WHITE (USA)	3/6/1965	62	97 48'	Gemini IV
COOPER-CONRAD (USA)	22/8/1965	120	190 56'	Gemini V



Ван Алениови прстенови — радиоактивни омотачи, који окружују Земљу.

„Тирос I“ — сателит за метеоролошка истраживања.



Последња лансирања сателита.

Број комета

Регистровано је око 1500 комета али је њихов број далеко већи. За 4000 година, односно од првих посматрања која су обавили Кинези још 2349. године пре н. е. па до открића дурбина, регистровано је око 400 комета. На питање колико има комета на небу астроном **Ј. Кеплер** је одговорио: „Онолико колико има риба у океану“. Годишње се открива од 4—10 комета, претежно слабог сјаја.

Састав и порекло комета

Било је доста различитих мишљења о постанку комета и још увек се дискутује да ли потичу из међузвезданог простора или настају у Сунчевом систему. С обзиром на елиптичне путање комета већа је вероватноћа да су у нашем систему и настале.

Што се састава комета тиче, зна се да језгро чини велики број малих чврстих тела. Приближавањем комете Сунцу повећава се температура језгра које избацује паре натријума и других чврстих метала: често карактеристична жута линија натријума постаје тако интензивна да се може фотографисати усред дана. У омотачу комете који се продужава у реп откривено је присуство отровних гасова — цијанида.

МЕТЕОРИ

Међузвездани простор у близини Земљине путање обилује огромним бројем ситних тамних тела — *метеора* или звезда падалица, чије присуство примећујемо само у тренуцима када на својој путањи око Сунца зађу у атмосферу Земље. Услед трења усијавају се и најчешће сагоре. Тај тренутак уочава се у виду светле пруге на тамној позадини неба.

Метеори који се запажају сваке ноћи и крећу у разним правцима

називају се *спорадички метеори*. Метеори који се сваке године јављају истог дана а крећу се у одређеним правцима називају се *метеорски ројеви*. Најпознатији метеорски ројеви су Перзеиди и Леониди.

У ноћи 13. новембра 1833. године видео се на небу у целој Северној Америци прекрасан приказ. Од поноћи па све до јутра киша звезда падалица прекривала је цело небо: били су то Леониди. Они су настали распадањем комете коју је открио **В. Темпл** а која је имала периоду од 33 године. Леониди су названи због тога што су им путање диверговале из исте тачке небеског свода — зване *радијант*¹⁾ — а која се у овом посебном случају нашла у сазвежђу Лава. Овај метеорски рој видљив је углавном од 12—17. новембра а јавља се у облику кише сваке 33 године. После великих метеорских плускова из 1833. и 1866. следила су два мања: 1899. и 1933.

Данас познајемо више метеорских ројева. Сваки рој добија име по сазвежђу у коме се налази радијант.

Болиди или метеорити

Громаде већих димензија од метеора не сагоревају потпуно проласком кроз Земљину атмосферу, те падају на Земљу. Овакве громаде познате су под називом *болиди* или *метеорити*. Њихова појава пратена је јаком детонацијом као у случају тунгуског метеорита који је пао 30. јуна 1908, када се детонација могла чути даље од 1000 km. На површини Земље нађени су метеорити свих величина. Они научницима пружају могућност изучавања материје других небеских тела, која, као и Земља, припадају Сунчевом систему.

(1) Радијант је тачка на небеском своду из које се сви метеори разилазе. Разилажење је само привидно и јавља се као последица прости перспективе. Делови који образују рој крећу се паралелним путањама ако се цео рој креће по путањи комете од које је настао.

САДРЖАЈ

Кратак увод	A/1	Сунчев систем	Δ/1
Земља	A/2	Планете	Δ/1
Земљина лопта	A/3	Мале планете	Δ/4
Атмосфера	A/3	Комете	Δ/5
Узроци ендогених промена		Метеори	Δ/6
Земљине пластичности	A/5	Звезде	Б/1
Земљина кретања	A/6	Сазвежђа	Б/1
Астрономски инструменти	Б/1	Типови звезда	Б/3
Радителескопи	Б/2	Оријентација	Б/4
Астрономске опсерваторије	Б/2	Галаксија	Е/1
Астрономи аматери	Б/4	Састав и облик Млечног Пута	Е/1
Како да израдимо кућни дурбин	Б/5	Опште изучавање Галаксије	Е/3
Сунце	В/1	Вангалактичка васиона	Ж/1
Величина и састав Сунца	В/1	Врсте галаксија	Ж/1
Сунчева атмосфера	В/2	Одстојања и број галаксија	Ж/2
Привидна Сунчева кретања	Б/2	Димензије, ротације и рас-	
Годишња доба	В/3	пored галаксија	Ж/2
Коришћене Сунчеве енергије	В/4	Ширење васионе	Ж/3
Месец	Г/1	Космолошке теорије	Ж/4
Месечеве особине	Г/1	Астронаутика	3/1
Кретања Месеца и Месечеве мене	Г/1	Историја астронаутике	3/1
Месечева површина	Г/3	Први сателити лансирани у СССР	3/1
Плима и осека	Г/4	Неки од сателита лансирани у САД	3/2
Помрачења	Г/5	Међупланетарне станице	3/3

БИБЛИОТЕКА АТЛАСИ ЗНАЊА

1. Општа биологија
2. Анатомија човека
3. Физика
4. Астрономија
5. Минералологија
6. Геологија
7. Хемија
8. Ботаника
9. Анатомија животиња
10. Зоологија кичмењака

Издавачко предузеће „Вук Караџић“
Београд, Краљевића Марка 9

