

Астрономія (грец. *астрон* – світило і *номос* – закон) – наука, що вивчає рух, походження, закони будови й розвитку небесних тіл та їх систем. Початок астрономії бере в глибині віків. **Перші** астрономічні відомості про зміну пір року, періодичність сонячних і місячних затемнень відомі ще більше 4 тисячоліть назад в Стародавньому Китаї. В цей же час астрономія дістає розвитку в країнах Близького Сходу і Єгипті. **Астрономія** в більшості розвивається завдяки потребам людської практики: сільськогосподарські роботи, розливи рік, прокладання караванних шляхів, мореплавання і ін.



Стоунхендж. Ця кам'яна споруда являється однією з найдревніших обсерваторій

Розвиток **математики**, особливо геометрії, приводить до розвитку астрономії. Давньогрецькими астрономами на базі геоцентричної системи світу розроблена теорія видимого руху планет, Місяця, Сонця (*великий внесок Гіппархом II ст. до н. е., найбільш повна теорія — Птоломей II ст. н. е.*).

В пору середньовіччя астрономія, як і решта наук в Європі **занепала**, лише арабські і середньоазіатські вчені змогли добитись незначних успіхів. Коректуванням і переобчисленням таблиць видимих планетних рухів займалися **середньоазіатські** вчені Беруні (973 - 1048), Улугбек (1394 -1449) та інші.



Ця споруда обсерваторії в Делі одночасно виконувала роль сонячного годинника

Величезним внеском була опублікована в 1543р. праця польського вченого Миколи **Коперніка** (1473 - 1543). Він відмовився від геоцентричної системи і в основу теорії поклав геліоцентричну систему, в якій центром світу було Сонце. Використовуючи геліоцентричну систему Коперніка і багаторічні дослідження планет датського астронома Тихо Браге (1546 - 1601), Іоганн **Кеплер** (1571 - 1630) встановив 3 закони планетних рухів.

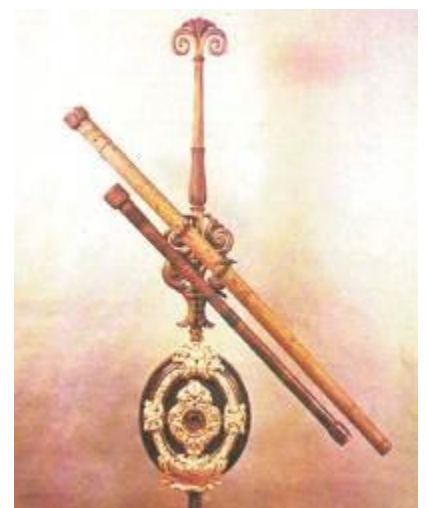


У часи Коперніка спостереження за зоряним небом велися неозброєним оком за допомогою кутомірних приладів

З відкриття Ісаком Ньютоном (1643 - 1727) аксіом динаміки і закону тяжіння бурхливий розвиток отримала небесна механіка. Французькі математики Лагранж (1736 - 1813) і Лаплас (1749 - 1827) заклали основи сучасній **теорії руху** великих планет і Місяця. Повним підтвердженням теорії було відкриття в 1846р. на основі математичних розрахунків планети Нептун французьким вченим У. Левер'є (1811 - 1877).

Паралельно з небесною механікою розвивалося і спостереження. Свій початок воно бере з **Галілея** (1564 - 1642), який вперше використав підзорну трубу в якості телескопа (1610), чим започаткував астрономічне приладобудування. Галілеєм досліджено ряд нових явищ: **відкриття** супутників Юпітера, дослідження поверхні Місяця, відшукування фаз Венери, розклад Молочного Шляху на окремі зірки.

Телескопи Галілея



Багато цінних спостережень виконано на межі 18 і 19 століть. Удосконалення **телескопів** (*зростає роздільна здатність і якість зображення*) дає можливість проникнути в середину Всесвіту (*англ. астроном Гершель (1738 - 1822)*). **Відкрито** і досліджено зоряні скупчення і туманності, кратні і змінні зорі.

З застосуванням фотографії і спектрального аналізу в середині 19 ст. зародилась **астрофізика**. До середини 20 ст. виянилось, що зорі входять в склад грандіозної зоряної системи — Галактики, а спіральні туманності зображають аналогічні зоряні системи, що знаходяться за межами Галактики. **Виявлено** явище розходження галактик, що вказувало на розширення видимої частини Всесвіту — Метагалактики.



Ця спіральна галактика – велетенська зоряна система, яка містить сотні мільярдів зір

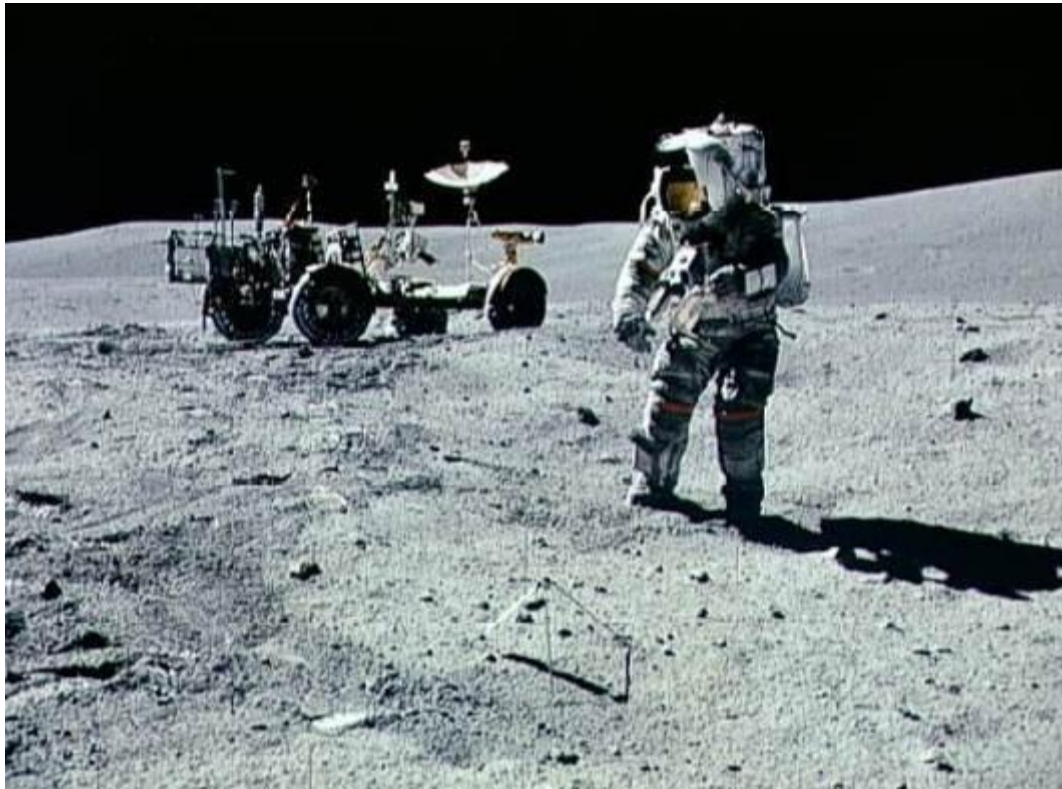
В 40-х роках дослідження поширено на **радіодіапазон**. Виник розділ астрономії — радіоастрономія. Знайдено незвичайні класи небесних тіл — квазари, пульсари, фонове **реліктове** випромінювання (*подібно до випромінювання абсолютно чорного тіла з температурою 3K*).



Гігантський радіотелескоп в Пуерто-Ріко. Антенною параболическої форми (діаметр 300 м) служить кратер недіючого вулкану; кратер забетоновано і покрито металічним шаром.

1957р. новий етап розвитку в астрономії. Запуск перших штучних **супутників** (*перетворення астрономії з науки теоретичної в практичну*).

Посадка космічних **апаратів** на Місяць, доставка місячного ґрунту на Землю, перша висадка людей на Місяць, посадка літаючих апаратів на поверхні Венери і Марса, польоти космічних апаратів поблизу Юпітера, Сатурна і їх супутників — те нове, що було досягнуто за останнє півстоліття.



Американський астронавт досліджує поверхню Місяця

Геодезична служба служить **базою** картографії. В математичних методах вона спирається на сферичну астрономію, в методах визначення географічних координат — на практичну астрономію.

Без **астрономічної** служби часу неможливе визначення географічної довготи, а отже побудови географічних і топографічних карт, які мають важливе народногосподарське значення. Визначення потенціалу гравітаційного поля Землі астрономічними методами (*наприклад, за рухом штучного супутника Землі*) **важливо** не лише для геодезії, а й для геологічної розвідки корисних копалин.

Астрономічна **служба часу** слідкує за відповідністю календаря явищам, зв'язаним з обертанням Землі навколо Сонця.

Астрономічні **методи** використовують в морській і авіаційній навігації, особливо в полярних районах, де радіонавігація може вийти з ладу із-за магнітних вихрів.

Астрономія своїми досягненнями **допомагає** космонавтиці, яка орієнтована на активну допомогу народному господарству: оптимальний вибір і точний розрахунок орбіт штучних супутників методами небесної механіки. Астрономія і **космонавтика** приймають участь в

дослідженнях корисних копалин, в охороні природи, раціональній організації сільськогосподарського виробництва. Розрахунок активності Сонця дозволяє збільшити **безпеку** космічних польотів, забезпечити радіаційну безпеку космонавтів і апаратури.

Сукупність досліджуваних астрономією об'єктів складає **Всесвіт**.

Земля – тверде тіло, майже кулеподібної форми, оточене атмосферою. Середній радіус 6370км, середня висота атмосфери над поверхнею Землі 3000км. Обертається навколо осі, що проходить через її центр і навколо Сонця. Відстань від Землі до Сонця приблизно рівна 150000000 км приймається за одиницю вимірювання і називається астрономічною одиницею (*а. о.*).



Місяць — тверде кулеподібне тіло, що обертається навколо Землі, натуральний супутник. Розміри в 4 рази менше за розміри Землі (1738 км). Відстань від Місяця до Землі 60 радіусів Землі. Зовнішній вигляд Місяця з Землі постійно змінюється внаслідок зміни взаємного розміщення Сонця і Місяця (*це явище називається фази Місяця*).



Планети. Навколо Сонця на різних відстанях обертається 8 твердих кулеподібних тіл, подібних до Землі, які називаються планетами. Планети розміщені ближче ніж Земля до Сонця називаються нижніми (*Меркурій 0.38а.о., Венера [♀] 0.72 а.о.*). Решта планет розміщені далі від Землі і називаються верхніми (*Марс [♂] 1.52 а.о., Юпітер 5.2 а.о., Сатурн 9.5 а.о., Уран 19.2 а.о., Нептун 30.1 а.о., Плутон 40 а.о.*).



Меркурій, Венера, Марс за фізичними властивостями близькі до Землі, тому носять назву планети **земної групи**. Решта, крім Плутона дорівнює Землі, великі в порівнянні з Землею утворюють групу **планет-гігантів**. Всі планети обертаються навколо осей, що проходять через їх центри. Планети-гіганти обертаються швидше навколо своєї осі, ніж планети земної групи, внаслідок чого їх форма більше відрізняється від сферичної. **Швидкість** руху планет по орбіті тим більша, чим ближче планета до Сонця (*за 1 рік Меркурій здійснює 4 оберти, Юпітер здійснює 1 оберт за 12 років, Плутон 1 оберт за 250 років*).

Супутники. Більшість планет мають по одному або декілька супутників: Марс - 2, Юпітер - 12, Сатурн - 9, Уран - 5, Нептун - 2, у Плутона поки не знайдено, у Меркурія і Венери супутників немає. **Розміри** супутників значно менші розмірів відповідних планет. Наприклад супутники Юпітера Ганімед і Калісто, а також супутник Сатурна - Титан (5070, 4750, 4850 км відповідно) в порівнянні з планетою діаметри їх (0.036, 0.034, 0.042), тоді як діаметр Місяця складає 0.27 діаметра Землі.



Тінь супутника на поверхні Юпітера

Крім супутників, навколо Сатурна обертається велика кількість маленьких твердих частинок, що утворюють кільце Сатурна. Площини орбіт супутників утворюють з площинами орбіт планет невеликий кут (*виняток: супутник Урана рухається в площинах майже перпендикулярних площині орбіт планети*). **Напрямок** обертання супутників в більшості співпадає з напрямом руху планети навколо Сонця (*деякі супутники Юпітера, Сатурна і Нептуна мають зворотній рух*).

Астероїди. Малі планети з неправильною формою. Орбіти астероїдів розміщуються переважно між орбітами Марса і Юпітера, деякі близько підходять до орбіти Венери, а рідше орбіти Сатурна. Діаметр самого більшого — Церери — 770 км. Відомо більше 1600 астероїдів.



Комети. Навколо Сонця обертаються комети, що зображають собою сукупність малих, твердих частинок (*пилюка*) і газів. Особливістю багатьох комет є "*хвіст*" — витягнуте утворення, що відходить від основної круглої частини ("*голови*") комети. Маса і густини комет малі в порівнянні з планетами. Орбіти комет зображаються дуже витягнутими еліпсами.



Метеорні тіла. Навколо Сонця по замкнутим орбітам обертаються також невеликі тверді тіла — метеори. Вони утворюються в просторі цілі потоки і деколи при своєму русі так близько підходять до Землі, що падають на поверхню, а при проходженні через атмосферу метеорне тіло сильно нагрівається і **згоряє** (*явище "падаюча зірка"*). Деякі тіла досягають поверхні Землі (*називаються вони метеоритами*).



Сонце — самосвітне тіло, яке посиляє в світовий простір велику кількість променевої енергії. Діаметр 1.4 10⁶ км, температура поверхні біля 60000, в центрі досягає 15 млн. град. В надрах Сонця проходять ядерні реакції внаслідок високої температури. Обертається навколо осі, що проходить через центр і майже перпендикулярна до площини орбіти Землі (*повний оберт за 25 діб*). Напрямок співпадає з напрямом обертання планет навколо Сонця.



Сонячна система. Сонце, планети і їх супутники, астероїди, комети і метеорні тіла утворюють єдину систему тіл, динамічно зв'язану силами притягання. Центральне тіло Сонце ($m_c = 1.98 \cdot 10^{30}$ кг). Сумарна маса всіх тіл сонячної системи складає 0.0013 m_c . Більшість тіл сонячної системи розміщуються приблизно в одній площині всередині кола радіусом 50а.о.

Зорі — самосвітні тіла, подібні до Сонця, розміщені за межами сонячної системи. Найближча до Сонця зірка знаходиться на відстані більше 200 000 а.о. Тому вводять нову одиницю "*світловий рік*" — відстань на яку поширюється світло за один рік 1 св.р. = 63204 а.о. = 9.463109 км. Розміри зір різноманітні: в сотні раз більші і менші діаметра Сонця. **Маси:** в першому наближенні їх можна рахувати однаковими, тому густини дуже різні. Поверхнева **температура** лежить в діапазоні від 3000 — 300000 і рідко 150000°. В надрах зір температура вимірюється десятками мільйонів градусів. В залежності від поверхневої температури зорі мають різний колір. Самі гарячі мають голубуватий колір, менш гарячі — білий, подібні до Сонця (60000 °C) — жовтий і найменш гарячі з поверхневою температурою 4000 — 30000 — оранжеві і червоні. Відношення кількості енергії, що випромінює Зірка, до енергії, що випромінює Сонце називається світністю. **Світність** зірок лежить в межах від 1/600000 до 400000.

Нестаціонарні зорі — у яких блиск, температура, діаметр міняються з часом. Якщо ця зміна періодична, то зорі називають **цефеїдами**. Якщо відстань між двома зорями є зрівняною з розмірами сонячної системи, то такі зорі утворюють пару, або подвійну зірку. Якщо три і більше, то маємо кратну зірку. Більше половини всіх зір в околі Сонця подвійні, або кратні.

Туманності: величезні скупчення газу і пилу в світовому просторі. Розміри різні і вимірюються тисячами і мільйонами а.о. Деякі туманності мають правильну сферичну форму (*планетарні туманності*). Густина туманностей дуже мала: 10^{-23} — 10^{-24} г / см³.



Галактика: сукупність туманностей і зірок, до якої належить Сонце являє собою обмежену систему (*150 млрд. зір*). Форма **Галактики**: від центра (сукупність зір *сферичної форми*) відходять дві гілки (зорі і туманності) спіральної форми і розміщені в одній площині, яка називається **галактичною**. Наближено рахують, що всі зорі, що входять до складу Галактики обертаються навколо його геометричного центра. Рух з швидкістю 250 км/с і здійснює повний оберт (*галактичний рік*) за 180 — 200 млн. років.



Галактика в сузір'ї Андромеди M 31 (Туманність Андромеди) – одна з найближчих до нас гігантських зоряних систем

Інші Галактики. Крім нашої Галактики відомо біля 1010. Сукупність всіх відомих галактик називають Метагалактикою.