

Місяць

Місяць - єдиний природний супутник Землі. Маса Місяця складає 0,0123 маси Землі або приблизно 1/81 або 7,6.10²² кг. Діаметр Місяця трохи більше четверті земного (0,273) або 3 476 км. Місяць - це великий супутник. Тільки Іо, Ганімед, Каллісто (супутники Юпітера) і Титан (супутник Сатурна) мають більші розміри і масу. На Місяці вже побували люди, тому має сенс сказати про силу тяжіння на його поверхні: 0,1653 від земної сили тяжкості, тобто в 6 разів менше. Там цілком доступно звичайній людині перевернути легковий автомобіль

Фази Місяця. Сидеричний і синодичний місяці.

Місяць обертається навколо Землі. При різних положеннях щодо одного Сонця, Землі і Місяця ми по-різному бачимо освітлений диск нашого супутника. Частина освітленого диска називається фазою Місяця. Прийнято виділяти особливі фази молодик (диск повністю темний), першої четверті (місячний серп, що росте, виглядає у формі напівдиска), повного місяця (диск освітлений повністю) і останньої четверті (освітлений знов половина диска, тільки з другого боку, ніж у фазі першої четверті). Взагалі, фазу прийнято виражати в десяткових і сотих частках



одиниці, причому молодика відповідає фаза 0 повному Місяцю - 1, першої і останньої четвертям - 0,5 В північній півкулі користуються відомим прийомом: якщо до місячного серпа можна так приставити уявну паличку, щоб вийшла буква "P" (що росте), то місяць росте, якщо ж місяць виглядає, як буква "C" (старий), то він спадає. Період повної зміни всіх місячних фаз від молодика до молодика називається синодичним періодом обертання Місяця або синодичним місяцем, який дорівнює приблизно 29,5 дням. Саме за цей час Місяць проходить по своїй орбіті такий шлях, що двічі встигає пройти через одну і ту ж фазу. Повний оборот Місяця навколо Землі щодо зірок називається сидеричним періодом обертання або сидеричним місяцем, він триває 27,3 дні.

Що ми знаємо про Місяць

Вже неозброєним оком на Місяці видні світлі і темні (сині або голубі) області. У минулому, люди вважали, що сині ділянки - це місячні моря. Ця назва, за традицією, так за ними і залишилася. Насправді, це тверда поверхня, яку з морями ріднить, хіба та обставина, що раніше тут були моря лави. Але таких могутніх вивержень на Місяці немає вже декілька мільярдів років. Про це говорять зразки місячних гірських порід, доставлених на Землю людьми і автоматичними станціями. Навіть в невеликий бінокль на Місяці видні кратери - сліди падіння метеоритів. Місячна поверхня вся покрита кратерами різного розміру - від сотень кілометрів до міліметрів. Зараз вже випущені промисловістю і глобуси, і докладні карти Місяця, користуючись якими, можна проводити спостереження в телескоп, відшукуючи ті або інші ділянки поверхні, що цікавить вас. Об'єкт буде краще помітний, якщо спостерігати його поблизу межі освітленого диска (термінатора). Тіні чітко вимальовують нерівності рельєфу. Місячна поверхня в дуже малому ступені схильна змінам. Епоха активного випадання метеоритів залишилася далеко у минулому: два мільярди років тому. Вулканічної і тектонічної активності теж не спостерігається. Відсутність щільної атмосфери і води усуває ще дві причини, які могли б обновляти вид Місяця.

Є два типи місячної поверхні: морський і материковий. Морями називаються темні ділянки видимого диска, материками - світлі. В часи, коли наш супутник став остигати після епохи частково розплавленого стану, зовнішні шари Місяця утворили тонку кору, яку могли пробивати крупні метеорити. Поглиблення, що з'являлися при таких зіткненнях (іноді в сотні і тисячі кілометрів) заповнювала лава, що виходила на поверхню крізь зруйновані ділянки кори. Застигаючи, лава створювала відносно гладкий морський тип поверхні. Тут менше кратерів, відбивна здатність (альbedo) морських ділянок не велика. Материкові ділянки більш світлі, і вони настільки рясніють кратерами, що останні, деколи, нашаровуються один на одного. Раніше існувала гіпотеза про вулканічне походження кратерів. Але сьогодні верх бере метеоритна теорія. Крупні метеорити, вриваючись в місячну поверхню, викидали вгору величезну кількість речовини, частини якої могли подолати місячне тяжіння. Викинуті породи розліталися, деколи, на десятки і сотні кілометрів, утворюючи так зване проміння. В центрі кратера звичайно виникала гора, а сам кратер створювався відкинутою речовиною, яка утворювала вал-коло.

На Місяці також знайдені гори, міжгір'я. Ці види рельєфу виникли, мабуть, при застиганні Місяця, коли місячна кора була рухомою. Викликати ці рухи могли як внутрішні процеси, так і метеоритне бомбардування.

Гори на Місяці прийнято було називати так само як і земні. На Місяці є свої Карпати, Кавказ, Альпи. Моря отримали свої назви на знак стародавніх уявлень про те, що Місяць керує земною погодою, людськими відчуттями. Різні імена, пов'язані з погодою, Ви зустрінете на місячній карті удосталь: Море Дощів, Море Ясності, Океан Бур, а також "емоційні" Море Спокою, Море Криз. Кратери називалися на честь відомих учених, письменників і інших всесвітніх знаменитостей: Копернік, Тихо Браге, Ціолковський.

На Місяці, як вважалося, немає води. Про це говорили численні спектроскопічні і хімічні дослідження. Але в 1994-у, 1998-у році нові дослідження дали, здається, іншу інформацію: поблизу південного полюса Місяця знайдені сліди води. Лід міг там зберегтися, оскільки температура в тих областях не підіймається вище за нуль. Для можливих наукових станцій майбутнього на Місяці це має велике значення: добути воду з порід на Місяці, ймовірно, виявиться дешевше, ніж доставляти її із Землі.

Місяць має меншу, ніж Земля густину. Це тому що там майже немає важких елементів типу заліза і нікелю. За однією з версій, в початковій стадії формування ще напіврідкої Землі, коли речовини вже майже перерозподілилися на шари - важкі розташувалися ближче до центру (залізо), а легкі (кремній і ін.) розташувалися у поверхні - тіло, схоже за розмірами з Марс, побічно зачепило Землю, відірвавши частину її зовнішніх шарів, з яких, нібито, і утворився більш легкий Місяць. Тому у Місяця немає залізного ядра і помітного магнітного поля. В цілому, речовина Місяця має той же склад, що і земна кора, якщо говорити про поелементний аналіз. Одні і ті ж елементи на Землі і Місяці утворюють переважно різні з'єднання.

1. Загальна характеристика

Планетам земної групи властиві порівняно невеликі розміри і маси, велика середня густина (для Меркурія, Венери і Землі відповідно 5,4, 5,2 і 5,5 г/см³,

для Марса $3,97 \text{ г/см}^3$) і тверда поверхня. Практично однакові значення густин свідчать про подібність співвідношень вмісту хімічних елементів, з яких утворені надра планет.

Зовсім інший вигляд має порівняння хімічного складу атмосфер. Так, Меркурій має дуже розріджену газову оболонку, основним компонентом якої є гелій. Атмосфера Венери на 97 % складається з вуглекислого газу; азоту в ній менше 2 %, вміст водяної пари поблизу поверхні планети - всього 0,002 %. Аналогічно в атмосфері Марса вуглекислого газу 95 %, азоту 2,7 %, водяної пари 0,1 %. Щоправда, маси цих двох атмосфер різні. Атмосфера Марса дуже розріджена, і тиск біля його поверхні в середньому в 160 разів менший, ніж на рівні моря для Землі. Атмосфера Венери, навпаки, дуже густа, біля поверхні її густина лише у 15 разів менша від густини води і тиск - близько 90 атм. Отже, порівняно з іншими планетами земної групи Земля має унікальний склад атмосфери, де переважають азот і кисень.

Згідно з сучасними теоріями колись у земній атмосфері також було багато вуглекислого газу, який посідав у ній друге місце за вмістом. Однак за наявності на Землі води, яка дуже добре розчиняє вуглекислий газ, при формуванні осадових порід на дні океану він досить швидко був зв'язаний у вигляді карбонату в крейді та вапняку. Живі організми сприяють цьому процесу впродовж мільярдів років, тому практично весь вуглекислий газ зник з атмосфери планети. Якби зараз цей газ раптово виділився, тиск біля поверхні Землі збільшився б до 40 атм.

Ще одна особливість планет земної групи: вони повільно обертаються навколо своїх осей. Зоряна доба на Меркурії триває близько 59 земних діб, а на Венері, як було виявлено у 1966 р. радіолокаційним методом, - 243,2 земної доби, причому обертається вона навколо осі у зворотному напрямку, тобто за годинниковою стрілкою, якщо дивитися на неї з боку північного полюса, а не проти, як більшість планет Сонячної системи. Земля і Марс обертаються навколо осей значно швидше, відповідно за 23 год 56 хв і 24 год 37 хв. Але це все одно набагато повільніше, ніж планети-гіганти.

1. Меркурій.

Меркурій - найближча до Сонця планета. За розмірами вона не набагато більша від Місяця: її екваторіальний радіус становить 2439 км, а сила тяжіння у 2,6 рази менша від земної. Планета рухається навколо Сонця з періодом 87,97 земних діб по витягнутій еліптичній орбіті з ексцентриситетом 0,21. Тому в перигелії Меркурій перебуває від Сонця на відстані 45,9 млн. км, в афелії - 69,7 млн. км. Вісь обертання Меркурія нахилена до площини його орбіти на 83° , тобто лише на 7° відхиляється від перпендикуляра.

Оскільки період осьового обертання Меркурія становить $\frac{2}{3}$ періоду обертання навколо Сонця, то за кожні свої два роки він робить три оберти відносно зір і один оберт відносно Сонця. Тобто, одна сонячна доба на цій планеті триває майже два її роки.

Через велику витягнутість орбіти Меркурія здається, що Сонце дивним чином рухається його небосхилом. У своєму русі воно може прискорюватися чи сповільнюватися, зупинятися і навіть рухатися у зворотному напрямку.

У деяких районах Меркурія можна спостерігати ще більш вражаюче явище: через деякий час після сходу, піднявшись на невелику висоту над обрієм, Сонце, наче «забувши» щось важливе під обрієм, поспішає назад, заходить там, де зійшло і знову сходить. Така ж картина відбувається і на заході: Сонце заходить, потім знову сходить на небосхилі, підіймається на невелику висоту і знову заходить.

Через відсутність атмосфери і близькість до Сонця фізичні умови на поверхні Меркурія дуже суворі. Для нього властиві різкі перепади температури впродовж доби. В полудень на екваторі максимальна температура сягає 700 К, вночі вона знижується до 100 К і нижче.

З допомогою космічних апаратів з'ясовано, що Меркурій має дуже розріджену газову оболонку, яка в основному складається з гелію, а також водню. Він представлений у набагато меншій кількості, є незначна кількість аргону, неону, ксенону. Концентрація частинок така, як у земній атмосфері на висоті 700 км. Ця газова оболонка не є власне атмосферою планети: силою свого тяжіння Меркурій захоплює частинки сонячного вітру, які в середньому через 200 діб покидають планету, а на їхнє місце надходять нові. Через значну близькість до Сонця спостерігати подробиці на поверхні Меркурія з Землі було неможливо. І лише у 1974-1975 рр «Маринер-10» (США) передала на Землю близько 10 000 знімків Меркурія. На цих знімках добре видно, що поверхня Меркурія суцільно покрита кратерами, чим він дуже схожий на Місяць. От тільки кратери розташовані густіше і вони плоскіші, ніж на Місяці: мають меншу глибину і меншу висоту кільцевих валів, що їх оточують. На Меркурії немає характерних для Місяця морів, але є цілком нові деталі - величезні, довжиною в кілька сотень (часом до тисячі) кілометрів сходинокоподібні скиди висотою до 2-3 км.

Несподівано було виявлено магнітне поле Меркурія, напруження якого становить близько 1% напруженості магнітного поля біля поверхні Землі. Наявність магнітного поля дозволяє припустити, що Меркурій має досить велике металеве ядро, розміри якого можуть досягати $\frac{2}{3}$ діаметра планети. Вважається, що в ядрі зосереджено до 80% маси Меркурія, і цим визначається його найбільша середня густина серед усіх планет Сонячної системи.

3. Венера

Венера - друга в Сонячній системі й найближча до Землі планета. З періодом 224,7 земних діб вона рухається навколо Сонця на середній відстані 108,2 млн. км по майже коловій орбіті. Радіус і маса планети мало відрізняються від земних, відповідно 6051 км і 0,82 маси Землі. Сила тяжіння на Венері становить 0,9 сили тяжіння на Землі. Вісь обертання планети лише на 3° відхиляється від перпендикуляра до площини її орбіти.

Венера дуже повільно обертається навколо осі у зворотному напрямку з періодом 243 земних доби. Оскільки періоди обертання навколо осі та навколо Сонця виявилися близькими, і обертання відбуваються в протилежних напрямках, то за один свій рік Венера тільки двічі встигає здійснити оберт навколо осі по відношенню до Сонця. В результаті сонячна доба на Венері триває 117 земних діб.

Ще в 1761 р. під час проходження Венери по диску Сонця М. Ломоносов з'ясував, що ця планета має атмосферу. Вона виявилася такою щільною, що через неї поверхню планети побачити неможливо.

Потужний хмаровий шар відбиває у космос 75 % сонячного світла (для порівняння: Земля відбиває 36 % сонячного світла). А своєю яскравістю на земному небосхилі Венера посідає третє місце після Сонця і Місяця. Це єдина планета, від світла якої земні предмети можуть відкидати тінь.

З'ясувалося, що температура на поверхні планети досягає 780 К, а тиск - порядку 80-100 атм. Головна складова атмосфери - вуглекислий газ, 96 % за об'ємом. Окрім того, до складу атмосфери входить багато інших газів, не типових для земного повітря: чадний газ, метан, аміак, двоокис сірки, соляна та плавикова кислоти, ацетилен, етан. Наявність в атмосфері Венери великої кількості вуглекислого газу спричиняє явище *парникового ефекту*, яке проявляється значно сильніше, ніж на Землі. Через високий коефіцієнт відбиття сонячного світла хмаровим шаром поверхня Венери отримує менше сонячної енергії, ніж земля. Але через інтенсивне поглинання великою кількістю вуглекислого газу теплової радіації у нижніх шарах атмосфери за мільярди років існування планети поверхня розігрілась так, що каміння буквально світиться.

Денна температура атмосфери нижча, ніж температура поверхні, а уночі вона стає ще нижчою - до 420 К. У зв'язку з високою температурою на Венері немає води. Більше того, конденсовані на великій висоті краплі дощу випаровуються, не досягаючи поверхні.

Від початку 1970-х років цю планету досліджували понад 20 АМС. Зокрема, АМС «Венера-9» (СРСР, 1975 р.) передала на Землю перші зображення поверхні Венери. Надзвичайно цікаву інформацію було отримано за допомогою радіолокаторів АМС «Магеллан» (США, 1990 р.). Було виявлено велетенські кратери, сотні згаслих вулканів з діаметрами до 50 км, просторі низовини і плато, високі гірські масиви. Отримані дані свідчать про те, що у минулому Венера пережила період високої тектонічної активності, але у наш час не має жодної ознаки її продовження.

Деталіам поверхні Венери за традицією надають лише жіночі імена. Кратери *Аксентьєва* і *Федорець* названі на честь астрономів України.

4.Марс

Марс – четверта планета сонячної системи, яка з періодом 687 земних діб рухається навколо Сонця на середній відстані 228 млн. км. За розмірами Марс удвічі, а за масою в дев'ять разів менший від Землі, сила тяжіння на Марсі становить 0,39 земної. Вісь його обертання нахилена до площини орбіти під кутом 25°, завдяки чому на Марсі відбувається зміна пір року, а тривалість доби лише на 20 хв. менша за земну. Напрямок на точку перигелію Марса близький до напрямку на точку афелію Землі.

Великі протистояння повторюються через кожні 15 років і трапляються у серпні — на початку вересня. У цей час Марс повернутий до Землі південним полюсом, і тому його південна півкуля вивчена краще, ніж північна.

Марс має розріджену атмосферу. Це дозволяє вивчати його поверхню безпосередньо з Землі. Дві третини поверхні Марса займають світлі ділянки, які отримали назву *материків*, близько третини - темні ділянки, названі *морями*. Вони зберігають свою форму в часі, що дозволило скласти точні карти поверхні. Поблизу полюсів восени утворюються білі плями - *полярні шапки*, які зникають повністю або значно зменшуються в розмірах на початку літа.

Під час великого протистояння 1877 р. італійський астроном Дж.

Скіапареллі повідомив про відкриття ним на поверхні Марса чітких ліній, які ніби перетинають марсіанські пустелі, і дав їм назву *канали*. Було навіть висловлено припущення, що це споруди, створені розумними істотами для транспортування води від полюсів планети у зневоднені приекваторіальні райони.

З початку 1960 р. до Марса було спрямовано біля трьох десятків АМС. Високоякісні зображення поверхні планети відкрили для землян новий образ Марса. Виявилось, що Марс, як і Місяць, укритий кратерами. (До речі, п'ять кратерів мають імена астрономів, які народились або працювали в Україні - *Барабашов, Фесенков, Герасимович, Струве, Сімейкін*; є також кратери *Євпаторія* та *Фастів*). Але, наприклад, така ділянка, як *Еллада* - величезна чаша діаметром 1 700 км, що лежить нижче навколишнього ландшафту на 5,5 км, - практично позбавлена кратерів. Є на Марсі також безладно розташовані пагорби і провалля, різного роду утворення, схожі на русла висохлих річок, системи вузьких тріщин, гірські райони і окремі гори вулканічного походження.

Біля екватора планети розташована головна геологічна особливість Марса - вулcano-тектонічний *регіон Фарсида*, який, окрім того, є найважливішим погодотворчим фактором на планеті. Це вулканічне плато, яке здіймається над навколишньою територією на висоту до 4-5 км, а третина його площі - навіть на 8-9 км, є лише п'єдесталом для велетенських і давно згаслих вулканів 19-27 км заввишки. Три з них розташовані в одну лінію, яка перетинає екватор. А четвертий, феноменальний у своїй грандіозності, знаходиться осторонь від них.

Цей найбільший у Сонячній системі вулкан носить назву *Олімп*. Діаметр основи щита, на якому він розташований, становить 600 км. Щит обривається прямовисним скелястим уступом висотою 6 км. Вивершує щит вулканічна вершина з кратером розмірами 65x80 км і висотою 27,4 км над середнім рівнем поверхні.

На особливу увагу заслуговує *долина Маринер* понад 4 000 км завдовжки і до 200 км завширшки. Основою цієї долини є величезний (2 500 км завдовжки, 75-150 км завширшки і до 6 км завглибшки) *каньйон Титоніус Часма*, що означає «величезна безодня». На крутих схилах каньйону - зсуви та осипи, глибокі яруги. Його дно несе на собі сліди бурхливої діяльності потоків води. Оскільки зараз рідкої води на Марсі немає, то існує припущення, що у минулому клімат планети був значно теплішим, так що на ній існували моря і протікали річки.

Марсіанський ґрунт - це дрібнодисперсний матеріал (реголіт), у якому міститься 15-20 % кремнію, 12-16 % заліза, близько 10 % фосфору, 7 % марганцю та кобальту, а також кальцій, хром, нікель, ванадій, титан, молібден, цирконій та ін. Жодна з відомих земних гірських порід не збігається за складом з марсіанськими. Червонуватий колір марсіанської поверхні обумовлений великою кількістю окислів заліза, тобто звичайнісінької іржі.

Температурні умови на Марсі визначаються його відстанню від Сонця, густиною та складом атмосфери, а також оптичними властивостями ґрунту. Найвища температура, зареєстрована на поверхні Марса, становить 300 К, але вона різна для світлих і темних ділянок, що лежать поряд. Тому потрібно говорити про середню температуру 230 К. На екваторі вона встановлюється приблизно через годину після полудня. Вночі температура навіть в екваторіальних районах знижується до 170 К, а в полярних - до 140 К. Такий великий перепад температур пояснюється малою теплопровідністю ґрунту.

Атмосфера на Марсі дуже розріджена, її тиск біля поверхні становить в середньому 0,006 тиску земної атмосфери. За складом вона нагадує атмосферу Венери: 95 % належить вуглекислому газу, близько 4 % - азоту і аргону. Кисню і водяної пари в атмосфері Марса менше 1 % , проте в ній є хмари з кристаликів льоду, так що вона рідко буває цілком прозорою. Швидкість вітру, як правило, невелика, але часом досягає значення 40-50 м/с, і тоді вітер піднімає марсіанський пил високо догори, утворюючи *пилову бурю*. Найсильніші пилові бурі можуть тривати по декілька місяців і повністю закривати поверхню.

Питання

1. На якій планеті температура найбільша?
2. Яка планета обертається навколо осі в напрямі, протилежному напрямку обертання інших планет?
3. Які планети не мають супутників?
4. Яку планету називають червоною?
5. Чи можна спостерігати поверхню Венери?
6. Поверхня якої планети схожа на поверхню Місяця?
7. Яка гора є найвищою у Сонячній системі?
8. Чому на Венері така висока температура?
9. В яких планет відсутні супутники?