



НАЙМЕНШИЙ БРАТ У СОНЯЧНІЙ ПЛАНЕТНІЙ РОДИНІ



Хто ж він – найменший брат у планетній родині нашого Сонечка? Здогадались? Він і найменший з усіх, і найлегший, і найгарячіший, і найшвидший, і найближчий до нашого світила. І побачити його важче, ніж інші планети. Звісно, це Меркурій – такий відомий і загадковий, такий близький і недосяжний.

Меркурій у стародавній астрономії

Записи найдавніших спостережень Меркурія є в астрологічній збірці „Мул Апін” ассирійських астрономів (приблизно у XIV ст. до н. е.). Вавилонські згадки про Меркурій датовані I тис. до н. е. Спочатку планету назвали на честь бога Нінурти, але згодом перейменували на честь вавилонського бога, покровителя наук Набу.

У Стародавній Греції планету називали Стілбон („Στίλβων” – мерехтіння), та Гермаон (Ἑρμάων, на честь бога Гермеса). Пізніше греки називали її Аполлон, спостерігаючи вранці, і Гермес, коли її було видно ввечері. Лише у IV ст. до н. е. грецькі астрономи усвідомили, що насправді це одне й те ж небесне тіло.

Римляни назвали планету на честь прудконогого бога торгівлі Меркурія (у давньогрецьких міфах – Гермес), бо вона рухається на небі швидше, ніж інші планети. Астрономічний символ Меркурія ♀ – це стилізоване зображення крилатого шолома бога Меркурія та його кадуцея¹ (мал. 1).



Мал. 1

Особливості руху

Меркурій – найближча до Сонця, внутрішня планета: його орбіта розташована ближче до Сонця, ніж орбіта Землі. Відтоді, як 2006 року Плутон втратив статус планети², Меркурій є найменшою планетою Сонячної системи.

Радіус Меркурія становить лише $(2\,439,7 \pm 1,0)$ км. Він менший, ніж супутник Юпітера Ганімед (найбільший за розмірами та масою супутник у Сонячній системі) та супутник Сатурна Титан (єдиний супутник у Сонячній системі, що має атмосферу), і приблизно в 2,6 рази менший, ніж Земля (див. мал. 2).

Природних супутників у Меркурія немає. Причиною такої „самотності” є близькість планети до Сонця, потужне гравітаційне поле якого позбавляє бідолашного Меркурія всіх кандидатів у супутники.



Мал. 2

Маса планети $3,3 \cdot 10^{23}$ кг, що становить 0,055 від маси Землі (у 18 разів менша, ніж маса Землі). Середня густина Меркурія досить велика – $5,4 \text{ г/см}^3$ – не набагато менша, ніж середня густини Землі ($5,5 \text{ г/см}^3$). Враховуючи, що розміри Землі набагато більші,

можна висловити здогад про підвищений вміст металів в надрах Меркурія та наявність великого і масивного ядра.

Прискорення вільного падіння на Меркурії становить $3,7 \text{ м/с}^2$ – це у 2,65 рази менше за відповідне значення для Землі ($9,8 \text{ м/с}^2$), тому й вага тіл на поверхні Меркурія у 2,65 рази менша, ніж на поверхні Землі. Друга космічна швидкість³ для планети – $4,25 \text{ км/с}$ (для Землі – $11,25 \text{ км/с}$).

Орбіта Меркурія досить витягнута: відстань до Сонця змінюється від $46\,001\,200 \text{ км}$ до $69\,816\,900 \text{ км}$, а потік сонячної енергії – приблизно вдвічі.

¹Кадуцей (лат. „caduceus”) – жезл глашатаїв у греків і римлян; назва жезла Гермеса (Меркурія), який мав здатність до примирення.

²Планета (грец. „πλανήτης”; дав.-грец. „Πλάνης” – „мандрівник”) – це небесне тіло, яке: 1) обертається навколо зорі або її залишків; 2) достатньо масивне, щоб під дією власної гравітації набути сферичної форми; 3) не достатньо масивне для виникнення термоядерної реакції; 4) очистило свою орбіту від планетезималей – залишків будівельного матеріалу, з якого сформувались планети.

³Найменша швидкість, яку необхідно надати об’єкту для подолання гравітаційного тяжіння небесного тіла.





Найближча до Сонця планета, Меркурій одержує від центрального світила у середньому в 10 разів більше енергії, ніж Земля.

Період обертання навколо Сонця (меркуріанський рік) становить приблизно 88 земних діб, а середній інтервал між однаковими положеннями Меркурія відносно Сонця під час спостережень із Землі (синодичний період обертання) – 116 земних діб. Період обертання Меркурія навколо своєї осі відносно зір (зоряна доба) дорівнює приблизно 59 земних діб, що становить 2/3 від його періоду обертання навколо Сонця, а тому доба на планеті триває приблизно два меркуріанські роки (або 179 земних діб)!

Велика тривалість дня і ночі призводить до того, що температури на денному та нічному боці Меркурія можуть змінюватися на екваторі приблизно від $-175\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+450\text{ }^{\circ}\text{C}$. У приполярних областях на широті 85° температура коливається від $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ вночі до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ вдень. Але теплопровідність поверхневих порід дуже низька, тому вже на глибині декількох десятків сантиметрів значних коливань температури немає.

Повільне обертання Меркурія навколо осі є результатом дії приливного тертя. Внаслідок такого руху на планеті є „гарячі довготи” – два діаметрально протилежних меридіана, які по чергово повертаються до Сонця під час проходження Меркурієм перигелію – найближчої до Сонця точки його орбіти. Там особливо гаряче навіть за меркуріанськими мірками – температура сягає до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$!

Комбінація добового та орбітального рухів планети породжує ще одне унікальне явище, яке можна спостерігати лише на Меркурії. Через те, що швидкість обертання планети навколо осі практично постійна, а швидкість орбітального руху змінюється внаслідок еліптичності орбіти, поблизу перигелію впродовж приблизно 8 земних діб кутова швидкість орбітального руху перевищує кутову швидкість добового обертання планети. Тому Сонце на небі Меркурія зупиняється і рухається в зворотному напрямку – з заходу на схід! Цей ефект іноді називають ефектом Ісуса Навина, на честь біблійного персонажу, який начебто зупинив Сонце (Нав. 10, 12–13). Для умовного спостерігача, що знаходиться на довготах, віддалених на 90° від „гарячих довгот”, Сонце по чергово сходить та заходить двічі, перш ніж зійде (зайде) остаточно. Отака меркуріанська екзотика!

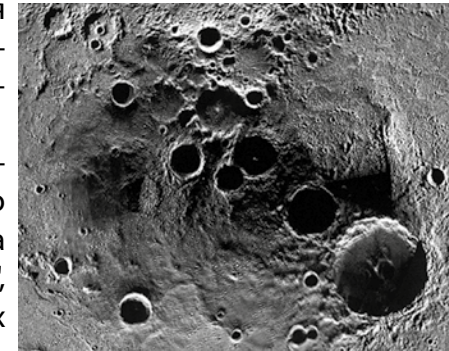
Цікавий ще один факт: хоча середня відстань від Землі і до Марса, і до Венери менша, ніж від Землі до Меркурія, останній частіше, ніж Марс та Венера, буває



найближче до Землі. Це тому, що Марс і Венера більшу частину часу перебувають у віддалених від Землі точках своїх орбіт.

Максимальний кутовий розмір Меркурія для земного спостерігача становить $13''$, мінімальний – $5''$ (під таким кутом видно коробку сірників на відстані 1–2 км).

Середня швидкість руху Меркурія навколо Сонця – 48 км/с (Землі – приблизно 30 км/с). Вісь обертання Меркурія нахилена до площини його орбіти не більше, ніж на 3° , тому на цій планеті немає помітних сезонних змін. Як наслідок, поблизу полюсів є області, куди ніколи не потрапляють сонячні промені (мал. 3). Дослідження, проведені за допомогою найбільшого в світі 300-метрового радіотелескопу в Аресібо (Пуерто-Ріко), підтверджують: у цих холодних і темних зонах є льодовики завтовшки 2 м, вкриті шаром пилу.



Мал. 3

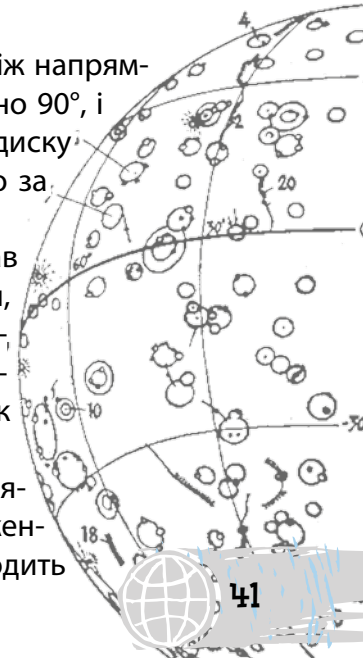
Спостерігати Меркурій незручно: він віддаляється від Сонця максимально на 28° і видимий поблизу горизонту лише впродовж короткого часу на фоні вечірньої або ранкової зорі. У північних широтах Землі його можна побачити низько над горизонтом під час сходу або заходу Сонця. Період його найкращої видимості (елонгації) триває приблизно 10 днів на рік. Проте навіть у цей час важко побачити Меркурій неозброєним оком (тьмяна зоря на світлому тлі неба). До того ж, кут між напрямками на Сонце і Землю у цей момент становить приблизно 90° , і спостерігач бачить у телескоп освітленою лише половину диску Меркурія (мал. 4). Навіть Микола Коперник жалкував, що за все життя так і не побачив Меркурія.



Мал. 4

Вперше за допомогою телескопу Меркурій спостерігав Галілео Галілей на початку XVII ст. Він відкрив фази Венери, але його телескоп був не достатньо потужним, щоб помітити фази Меркурія. Лише 1639 року Джованні Зупі за допомогою телескопа відкрив, що Меркурій змінює фази так само, як Місяць і Венера.

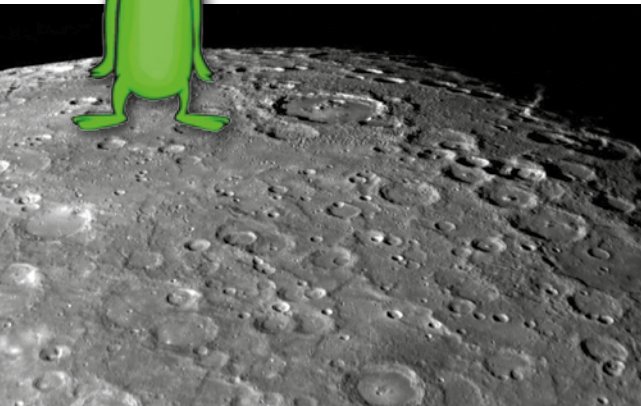
Не всі космічні телескопи можуть вивчати Меркурій. Деякі з них, наприклад, „Хаббл”, не призначені для спостереження близьких до Сонця об’єктів – спроба зробити це пошкодить апаратуру.



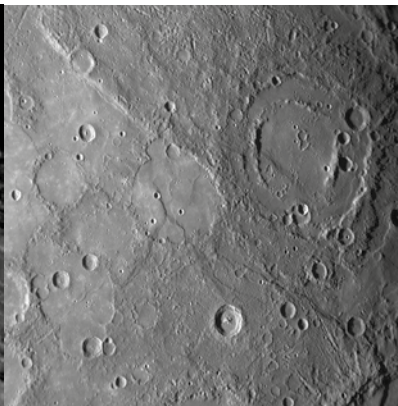


Сучасні дослідження планети

Меркурій – найменш вивчена планета земної групи. Лише два апарати досліджували його. У 1974–1975 роках „Марінер-10” тричі пролетів повз Меркурій, наблизившись до нього на 320 км. Апарат надіслав кілька тисяч знімків, що зображали приблизно 85 % поверхні планети. Сьогодні



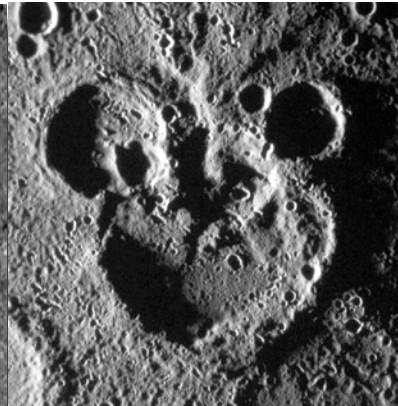
Мал.5



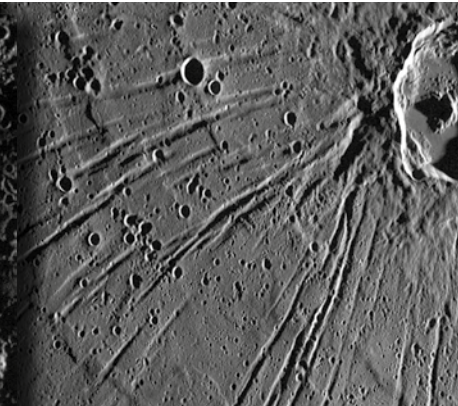
Мал.6



Мал.7



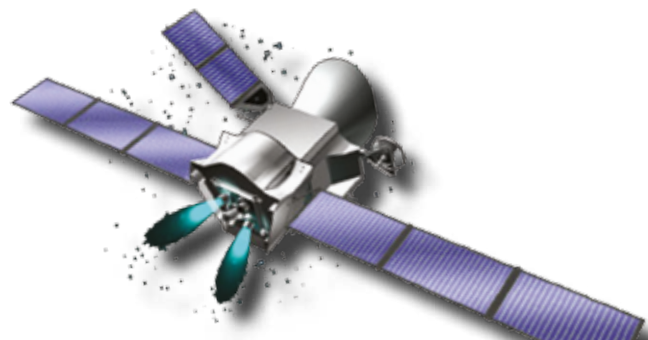
Мал.8



Мал.9

НАСА здійснює другу місію до Меркурія – „MESSENGER”. Апарат, запущений 3 серпня 2004 року, в січні 2008 року вперше пролетів повз Меркурій. Для виходу на орбіту навколо планети і перевірки роботи обладнання 2011 року „MESSENGER” здійснив ще два маневри в гравітаційному полі планети (у жовтні 2006 року та в червні 2007 року). На початку 2013 року НАСА повідомило: завдяки апарату „MESSENGER” є повна точна карта поверхні планети.

Європейське космічне агентство (ЕКА) спільно з японським аерокосмічним дослідницьким агентством (JAXA) розробляє місію *BepiColombo*. Два космічних апарати – *Mercury Planetary Orbiter (MPO)* та *Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO)* – вкупі полетять до Меркурія. Запуск *BepiColombo* запланований на 2013 рік, 2019 року він досягне орбіти Меркурія, де й розділиться на дві складові. Європейський апарат *MPO* досліджуватиме поверхню Меркурія та його глибини, а японський *MMO* спостерігатиме за магнітним полем та магнітосферою.



Рельєф поверхні

Поверхня Меркурія досить схожа на поверхню Місяця, однак контраст між темними і світлими ділянками менший. Вона вкрита подрібненою речовиною базальтового типу, досить темна і відбиває лише 10 % світла. Поряд з кратерами (як правило, мілкішими, ніж на Місяці) тут є пагорби та долини (мал. 5). Великі кратери трапляються на Меркурії рідше, ніж на Місяці.

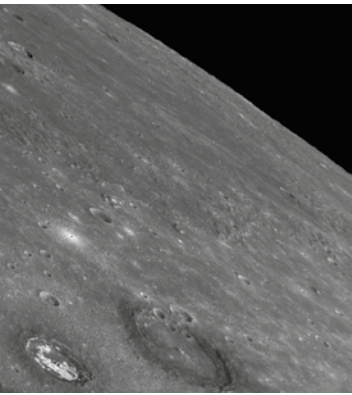
Найбільший кратер (716 км) названий на честь великого голландського живописця Рембрандта (мал. 6). Гірські ландшафти Меркурія і Місяця теж відрізняються: на Меркурії є численні зубчасті укоси, що тягнуться на сотні кілометрів, – ескарпи (мал. 7). Гігантський ескарп Дискавері завдовжки 350 км і заввишки 3 км утворився в процесі охолодження ядра планети: деформації, які при цьому виникали, спричинили зсуви верхніх шарів кори Меркурія, і площа поверхні планети зменшилася на 1 %.

Наявність великих кратерів, які доволі добре збереглися, свідчить про те, що впродовж останніх 3–4 млрд. років на Меркурії не було масштабних рухів кори та ерозії поверхні. Зонд апарату „MESSENGER” виявив, що поверхня Меркурія вкрита кратерами практично рівномірно, на відміну від Місяця та Марса, у яких рельєф однієї півкулі різко відрізняється від рельєфу іншої.

Розміри кратерів на Меркурії найрізноманітніші: від маленьких западин у формі чаші до багатокільцевих ударних кратерів, що мають у поперечнику сотні кілометрів (мал. 8) і знаходяться на різних стадіях руйнування. Добре збереглися кратери з довгими променями навколо, які утворилися в результаті викидання речовини в момент удару (мал. 9).



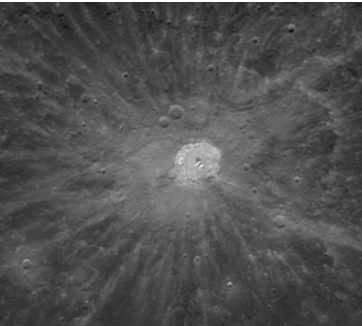
Найпомітнішою деталлю поверхні Меркурія є рівнина Спеки (лат. *Caloris Planitia*, мал. 10.). Вона має діаметр приблизно 1 550 км і розташована по-



Мал. 10

близу однієї з „гарячих довгот“. Ймовірно, тіло, від удару якого утворився кратер, мало поперечник не менше 100 км. Удар був настільки сильний, що сейсмічні хвилі пройшли крізь всю планету і сфокусувалися в протилежній точці поверхні, призвівши до утворення своєрідного „хаотичного“ ландшафту з характерними столовими горами з плоскими вершинами. Про силу удару свідчить і той факт, що він викликав викидання лави, яка утворила навколо кратера гори Спеки висотою понад 2 км. Найсвітлішою точкою на поверхні Меркурія є кратер Койпер (діаметр 60 км) (мал. 11). Ймовірно, це один з наймолодших великих кратерів на Меркурії.

За рекомендацією Міжнародної астрономічної спілки (МАС) кратери на Меркурії називають на честь відомих у гуманітарній сфері діяльності людей (архітекторів, музикантів, письменників, поетів, філософів, фотографів, художників). Спочатку великим кратерам присвоювали імена найвідоміших діячів світової культури. У першу п'ятірку увійшли кратери Бетховен (діаметр 643 км), Достоевський (411 км), Толстой (390 км), Гете (383 км) і Шекспір (370 км).



Мал. 11

Ескарпи, гірські ланцюги і каньйони називають на честь кораблів знаменитих дослідників, оскільки бог Меркурій був покровителем мандрівників. Наприклад: Бігль, Зоря, Санта-Марія, Фрам, Схід, Мирний. Винятком з правила є дві гряди, названі на честь астрономів

Антоніаді і Скіапареллі. Долини та інші деталі на поверхні Меркурія називають на честь великих радіообсерваторій, віддаючи належне методу радіолокації у дослідженні планети. Наприклад: долина Хайстек (радіотелескоп в США). У 2012 році вчені виявили цікаву столову гору на поверхні Меркурія. Рельєф її вершини нагадує смайлик (мал. 12).



Мал. 12



Атмосфера

На Меркурії є дуже розріджена атмосфера (у $5 \cdot 10^{11}$ разів менше земної). В таких умовах атоми частіше зіштовхуються з поверхнею планети, ніж один з одним. До її складу входять атоми, захоплені з сонячного вітру⁴ або вибиті сонячним вітром з поверхні: Гелію, Натрію, Оксигену, Калію, Аргону, Гідрогену. Середній час життя окремого атома в атмосфері – приблизно 200 діб.

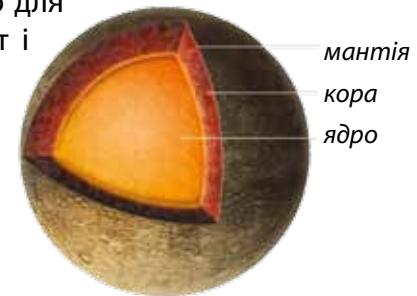
Завдяки близькості Сонця значною є припливна дія нашого світила на Меркурій, що призводить до виникнення над поверхнею планети стабільного електричного поля, напруженість якого приблизно вдвічі більша, ніж поля над поверхнею Землі „за ясної погоди“.

Меркурій має магнітне поле, яке утворює своєрідну оболонку навколо планети – магнітосферу. Величина цього поля приблизно така ж, як і у Землі.

Модель внутрішньої будови Меркурія

Є декілька моделей внутрішньої будови Меркурія. Відповідно до загальноприйнятої моделі, планета складається з гарячого залізо-нікелевого ядра, що поступово остигає, і силікатної оболонки, на межі між якими температура може наблизитися до 1 000 °С. На частку ядра припадає 83 % маси планети (мал. 13).

Існує кілька версій походження величезного ядра Меркурія. Найпоширеніша з них говорить, що спочатку відношення маси металів до маси силікатів у планети було близьким до звичайного для твердих тіл Сонячної системи (внутрішніх планет і найпоширеніших метеоритів – хондритів). При цьому маса Меркурія перевищувала нинішню приблизно в 2,25 раза. Потім, згідно з цією версією, він на швидкості ~ 20 км/с зіткнувся з планетезималлю, маса якої становила приблизно 1/6 його власної. Більшу частину кори і верхнього шару мантії знесло при цьому в космічний простір, де вони і розсіялися. А ядро планети, що складається з більш важких елементів, збереглося. За іншою гіпотезою, Меркурій сформувався у крайній збідненій легкими елементами внутрішній частині протопланетного диска, звідки ці елементи були виметені випромінюванням та сонячним вітром в зовнішні області Сонячної системи.



Мал. 13.

1. Кора, товщина 100–300 км.
2. Мантія, товщина 600 км.
3. Ядро, радіус 1 800 км

⁴Потік заряджених частинок – йонів Гелію та Гідрогену, що вилітають з сонячної корони зі швидкістю 300–1 200 км/с в навколишній космічний простір. Є одним з основних компонентів міжпланетного середовища.

