

ОЛЕКСАНДР ШЕВЧУК

ГІГАНТ З ЧЕРВОНОЮ ОЗНАКОЮ

ЗНАЙОМТЕСЯ – ЮПІТЕР

Об'єкти зоряного неба мають різний блиск: деякі видаються ледь помітними цяточками, інші сяють, наче різнокольорові ліхтарі. Ще жерці Давнього Єгипту помітили ті з них, що наче блукають зоряним небом. Їх назвали планетами (від гр. „λανήτης” – мандрівник). Одне з таких мандрівних світил є найяскравішим „ліхтариком” темної ночі¹). Це – планета, відома з глибокої давнини ще першим кроманьйонцям²) – Юпітер.

Греки називали планету Φαίθων – „сяючий”, „блискучий”, а також Διός ὀ άστήρ – „зоря Зевса”, а римляни назвали планету на честь свого головного бога – Юпітера.

У 1610 році Галілео Галілей за допомогою власноруч сконструйованого телескопа спостерігав чотири найбільші супутники Юпітера: Іо, Європу, Ганімед і Каллісто (мал. 12), вперше людина відкрила супутники поблизу іншого небесного тіла. У 1660-х роках Джованні Кассіні спостерігав плями і смуги на „поверхні” Юпітера і замалював ці деталі. У 1671 році, спостерігаючи за затемненнями галілеєвих супутників під



Мал. 1

час входження в тінь Юпітера, датський астроном Оле Ремер помітив, що початок та закінчення затемнень систематично не співпадають з обчисленими параметрами, причому запізнення залежить від відстані Юпітера до Землі. Учений зрозумів, що причиною цього явища є скінченність швидкості світла і вперше в історії науки обчислив її.

ФІЗИЧНІ ТА ОРБІТАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Газовий гігант Юпітер (мал. 1) – п'ята від Сонця, найбільша планета Сонячної системи. Її екваторіальний радіус 71,4 тис. км у 11,2 рази перевищує радіус Землі (мал. 2). Маса Юпітера в 2,47 рази більша, ніж сумарна маса всіх інших планет Сонячної системи, у 317,8 разів більша, ніж маса Землі, але приблизно в 1000 разів менша, ніж маса Сонця. Середня густина планети приблизно така ж, як у Сонця (1326 кг/м^3) і в 4,16 рази поступається густині Землі (5515 кг/м^3). Газова куля не має чітко окресленої межі, тому за поверхню Юпітера зазвичай приймають верхній шар хмар. Сила тяжіння на „поверхні” Юпітера у понад 2,4 рази перевершує тяжіння на Землі. Тіло масою 100 кг тут буде важити стільки ж, скільки на поверхні Землі важить тіло масою 240 кг.

Мал. 2

¹Більший блиск має Венера, але її не можна спостерігати вночі.

²Кроманьйонці – ранні представники сучасної людини, які жили на Землі 12–40 тис. років тому.





Мал. 3. Фантастичне зображення Юпітера

Екваторіальна площина планети близька до площини її орбіти, нахил її осі обертання становить $3,13^\circ$ (у Землі $23,45^\circ$). Тому на Юпітері не змінюються пори року (юпітеріанського!), хоча зрозуміло, що на такій відстані від Сонця пори року були б не схожі на земні.

Юпітер обертається навколо своєї осі швидше, ніж будь-яка інша планета Сонячної системи. Період обертання поблизу екватора – 9 год. 50 хв. 30 с, а на середніх широтах – 9 год. 55 хв. 40 с³. Швидке обертання zdeформувало Юпітер, і він має форму дини: екваторіальний радіус більший, ніж полярний, на 6,49 %. Лінійна швидкість точок „поверхні” планети на екваторі становить 12 680 м/с і перевищує другу космічну швидкість для Землі!

Середня відстань між Юпітером і Сонцем становить 778 570 000 км, тому потік сонячної енергії на його поверхню менший у 27 разів, ніж на поверхню Землі. Період обертання планети навколо Сонця становить 11,86 земного року. Еліптичність орбіти Юпітера незначна.

АТМОСФЕРА

Юпітер має найбільшу, найважчу та найщільнішу атмосферу в Сонячній системі. Вона складається в основному з молекул водню і гелію, в невеликій кількості присутні метан, аміак, сірководень та вода. Чіткої нижньої межі у атмосфері нема, вона плавно переходить в океан рідкого водню, на поверхні якого рухаються велетенські хвилі.

³Юпітер обертається не як суцільне тіло.

⁴Конвекція – процес теплообміну, за якого більш нагріті шари речовини рухаються відносно більш холодних.

Планета Земля

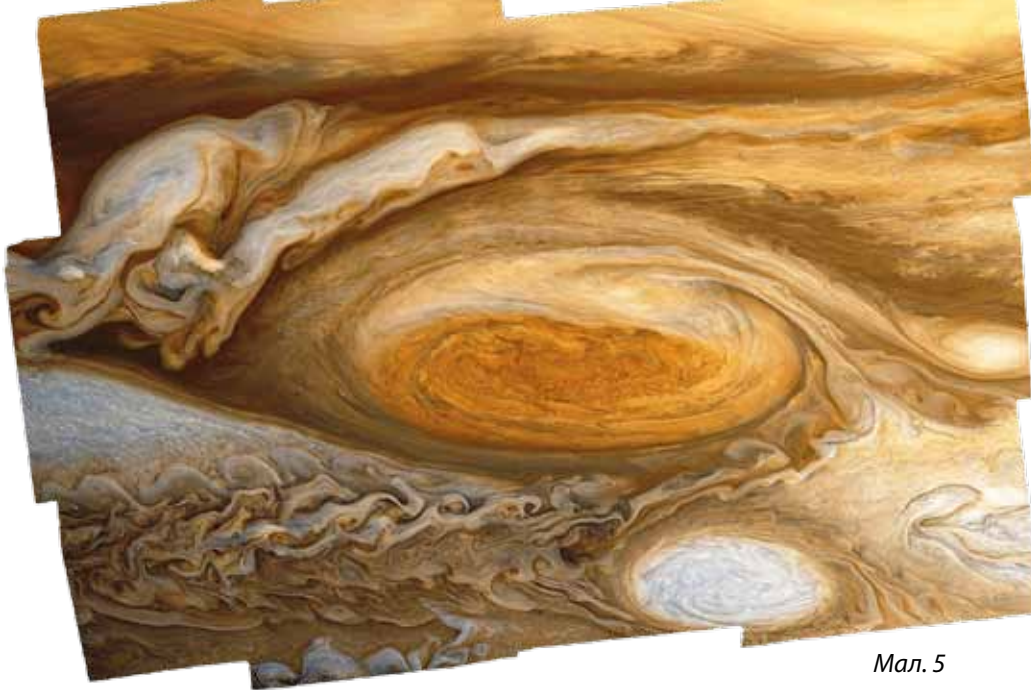
Для зручності опису процесів в атмосфері Юпітера вчені умовно поділили її на тропосферу, стратосферу, термосферу й екзосферу (аналогічно до Землі). Тропосфера Юпітера має складну систему з хмар і туманів. Верхні аміачні хмари на „поверхні” Юпітера смугастої структури паралельні до екватора і обмежені сильними атмосферними потоками (вітрами), так званими джетями або струменями. Темні смуги називають поясами, а світлі – зонами. Зони – це області атмосферного апвелінгу (висхідні атмосферні потоки), і вони холодніші, ніж пояси (області низхідних атмосферних потоків). Світлого забарвлення зонам надає аміачний лід.

На Юпітері постійно вирують сильні за земними мірками шторми, які супроводжуються надпотужними грозами і переважно пов'язані з антициклональною активністю. Шторми – результат вологої конвекції⁴ в атмосфері, пов'язаної з випаровуванням і конденсацією води. Швидке обертання Юпітера навколо осі призводить до закручування атмосферних потоків у гігантські вихорі, які за розмірами не поступаються Землі! Знімки, зроблені космічними зондами „Voyager-1” та „Voyager-2”, показують, що в центрі таких вихорів спостерігаються потужні спалахи гігантських блискавок протяжністю в тисячі кілометрів! Потужність блискавок на Юпітері в декілька тисяч разів перевищує потужність земних тропічних блискавок! Можна лише здогадуватись, який гуркіт грому супроводжує юпітеріанські грози. Ця планета – справжній Громовержець, на честь якого її слушно назвали.

Поблизу полюсів Юпітера в атмосфері є яскраве сяйво, яке в сотні разів перевищує інтенсивність земного. Полярне сяйво на Землі з'являється в періоди підвищеної сонячної активності, а на Юпітері воно є постійно (але його інтенсивність змінюється).

Мал. 4. Картина А. Соколова „Вулкани Іо”





Мал. 5

ВЕЛИКА ЧЕРВОНА ПЛЯМА

Велика Червона Пляма (ВЧП) – це атмосферний вихор на Юпітері, найвеличніший в Сонячній системі (мал. 5). Цю найпомітнішу деталь на диску планети астрономи спостерігають уже майже 350 років! ВЧП відкрита Джованні Кассіні у 1665 році.

ВЧП – це стійкий антициклонний шторм, розташований на 22° південніше юпітеріанського екватора. ВЧП обертається проти годинникової стрілки (якщо дивитись з орбіти Землі) з періодом приблизно 6 земних діб або ж 14 юпітеріанських. Розміри ВЧП змінюються в діапазоні 24 000–40 000 км із заходу на схід і 12 000–14 000 км з півдня на північ. Пляма така велика, що в неї помістилось би три такі планети як Земля! На початку 2013 року ВЧП була в два рази менша, ніж століття тому (її діаметр становив 40 000 км). Спостереження за ВЧП, в тому числі з борту космічних кораблів, вказують, що ВЧП холодніша, ніж хмари в атмосфері, тобто вище розташована (приблизно на 8 км).

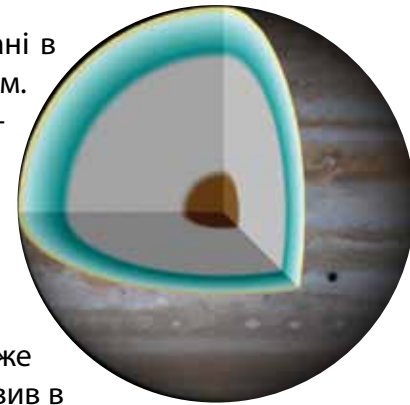
ВНУТРІШНЯ БУДОВА

Загальноприйнята модель внутрішньої будови Юпітера зображена на мал. 6. Чіткої межі між вказаними шарами не існує.

1. Атмосфера.
2. Шар металевго водню. Температура цього шару змінюється від 6000 до 21000 °С, а тиск від 2 до 40 мільйонів атмосфер! За таких великих тисків і високих температур Гідроген переходить у металевий стан. В таких умо-

вах протони і електрони існують окремо, не об'єднані в атоми, тому металевий водень є гарним провідником. Передбачувана товщина шару металевго водню становить 42–46 тис. км.

3. Кам'яне ядро, маса якого складає 10 мас Землі, а розмір у півтора рази перевищує її діаметр.



Мал. 6

КІЛЬЦЯ

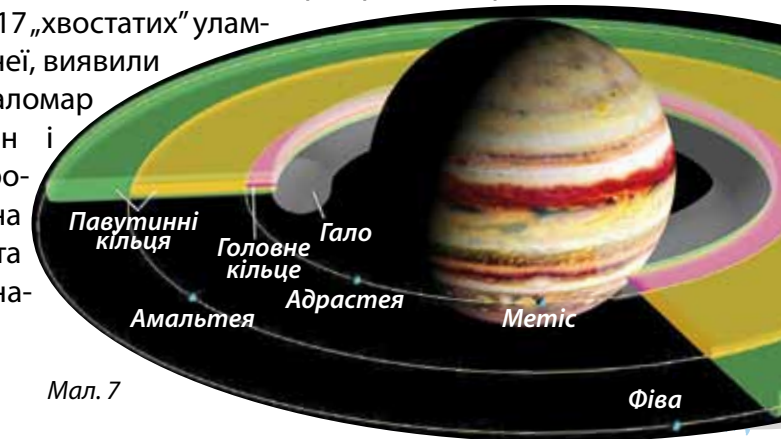
Як і личить гіганту, Юпітер має кільця (мал. 7), але дуже й дуже тонькі. Гіпотезу про наявність кілець висловив в 1960 році український астроном Сергій Всехсвятський (1905–1984), а „Voyager-1”, який пролітав поблизу Юпітера у 1979 році, виявив їх.

Чому цей гігант так слабо „окільцьований”? Невже забракло сили гравітації, щоб утримати потужні кільця? Ні, сили Юпітеру не займати! Причина в іншому: пил поблизу газового гіганта зазнає потужних збурень, тому час життя пилюнок в кільці (103 ± 1) рік. Щоб кільця існували тривалий час, має бути джерело пилу. Такими джерелами можуть бути два малих супутники, що рухаються всередині головного кільця – Метида і Адрастея. Стикаючись з метеоритами та дрібними метеорними тілами – метеороїдами, вони породжують рій мікрочастинок, які згодом поширюються орбітою Юпітера.

Попри те, що кільця тонкі, їх можна спостерігати з Землі. Всього кілець три: головне, „павутинне” і гало. Головне кільце простягається від 122 500 до 129 230 км від центра Юпітера. Павутинне кільце живлять два потоки пилової речовини, що беруть свій початок на орбітах супутників Юпітера Фіви і Амальтеї.

ЗІТКНЕННЯ НЕБЕСНИХ ТІЛ З ЮПІТЕРОМ

У липні 1992 року до Юпітера „необережно” наблизилася комета. Вона пройшла на відстані приблизно 15 тисяч кілометрів від верхньої межі хмар, і потужний гравітаційний вплив планети-гіганта розірвав її ядро. Бідолашна комета! Кометний рій із 17 „хвостатих” уламків, який залишився після неї, виявили на обсерваторії Маунт-Паломар (США) подружжя Керолін і Юджин Шумейкер та астроном-аматор Девід Леві, на честь яких і названа комета Шумейкер–Леві 9. Під час на-



Мал. 7

Фіва





ступного зближення з Юпітером у 1994 році всі уламки комети з величезною швидкістю (приблизно 64 км/с) влетіли в його атмосферу. Цей грандіозний космічний катаклізм став першим зіткненням космічних об'єктів у Сонячній системі, яке спостерігали і за допомогою земних телескопів, і за допомогою космічних засобів, зокрема, космічного телескопа „Хаббл”, супутника IEO та міжпланетної космічної станції „Galileo”. Падіння ядер супроводжувалося спалахами випромінювання в широкому спектральному діапазоні, генерацією газових викидів, формуванням довгоживучих вихорів у атмосфері Юпітера, появою полярних сьйв.

спроводжувалося спалахами випромінювання в широкому спектральному діапазоні, генерацією газових викидів, формуванням довгоживучих вихорів у атмосфері Юпітера, появою полярних сьйв.

ВИВЧЕННЯ ЮПІТЕРА КОСМІЧНИМИ АПАРАТАМИ

Юпітер неодноразово досліджували космічні апарати NASA. У 1973 і 1974 роках поблизу Юпітера на відстані відповідно 132 тис. км і 43 тис. км від верхнього шару хмар пройшли космічні дослідники „Pioneer-10” і „Pioneer-11”. Апарати передали кілька сотень знімків планети і галілеєвих супутників невисокої роздільної здатності, вперше виміряли основні параметри магнітного поля Юпітера. Виявилось, що кількість енергії, яку випромінює Юпітер у космічний простір, перевищує кількість енергії, яку він одержує від Сонця. Це пояснюється власним випромінюванням гіганта за рахунок внутрішніх теплових запасів.

У 1979 році космічні трансзоряні місії⁵ „Voyager-1” та „Voyager-2” пройшли на відстані 207 тис. км та 570 тис. км від Юпітера. Вони передали 33 тисячі фотографій планети і її супутників високої роздільної здатності. Апарати виявили кільця Юпітера, провели велику кількість вимірювань та аналіз хімічного складу атмосфери, зареєстрували грозову активність та авроральні явища в атмосфері – потужні полярні сьйва.

У 1992 році на відстані 900 тис. км від планети пройшов космічний апарат „Ulysses”. Апарат виміряв параметри магнітного поля Юпітера та дослідив його взаємодію із сонячним випромінюванням. Впродовж 1995–2003 рр. на орбіті Юпітера перебував космічний апарат „Galileo”. За допомогою спускного модуля ця місія вперше безпосередньо вивчала атмосферу та динаміку атмосферних процесів газової планети. У 2000 році на шляху до Сатурна повз Юпітера пролетів космічний апарат „Cassini”. Він зробив ряд



фотографій планети з рекордною роздільною здатністю. За допомогою цих знімків складені детальні кольорові „карти” Юпітера, на яких розмір найдрібніших деталей становить 120 км. 28 лютого 2007 року на шляху до Плутона в околицях Юпітера здійснив гравітаційний маневр⁶ апарат „New Horizons”. Він провів зйомку планети і супутників і передав на Землю інформацію об'ємом 33 гігабайти.

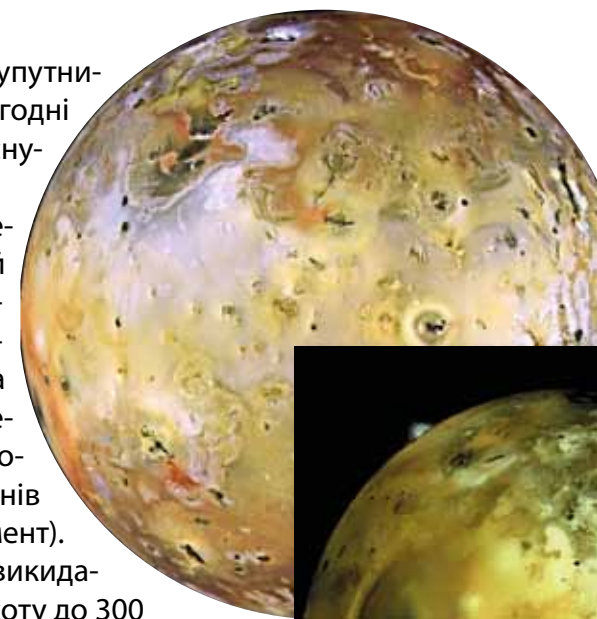
ГАЛІЛЕЄВІ СУПУТНИКИ

Юпітер – рекордсмен за кількістю супутників серед планет Сонячної системи. Сьогодні відомо 67 його супутників, щоправда, існування деяких з них піддають сумніву.

Іо (дав.-гр.:Ἰώ) – найближчий до планети галілеєвий супутник (мал. 8), названий на честь персонажа давньогрецької міфології – німфи Іо, коханої Зевса (Юпітера). На Іо спостерігається найбільша вулканічна активність у Сонячній системі. Тут одночасно може вивертатися понад 10 вулканів! Жерла багатьох вулканів мають величезні розміри (мал. 8, фрагмент). Під час найбільших вивержень вулкани викидають речовину зі швидкістю 1 км/с на висоту до 300 км! Внаслідок вулканічної діяльності потоки розжареної магми розтікаються поверхнею супутника і впродовж кількох сотень років цілком змінюють рельєф. На Іо виявили невулканічні гори, озера розплавленої сірки, в'язкі лавові потоки довжиною до сотень кілометрів, кальдери глибиною декілька кілометрів.

Європа (дав.-гр.:Εὐρώπη) – найменший з чотирьох галілеєвих супутників, названий на честь персонажа давньогрецької міфології, коханої Зевса (Юпітера).

Європа належить до найбільших супутників планет Сонячної системи. За розмірами вона приблизно така ж, як Місяць. Поверхня Європи дуже рівна, де-не-де трапляються пагорби заввишки кілька сотень метрів. Кратерів мало, серед них лише три діаметром понад 5 км. Поверхня Європи поцяткована безліччю ліній (мал. 9). Це – розломи і тріщини її крижаного панцира. Деякі лінії майже повністю охоплюють планету. На Європі є протяжні



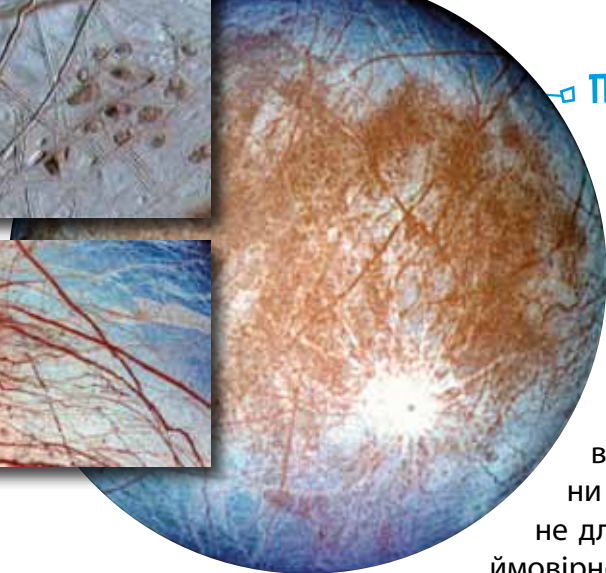
Мал. 8

⁵Космічні апарати „Voyager-1” та „Voyager-2” вперше досягли меж Сонячної системи.

⁶Зміна напрямку руху та швидкості космічного апарату під дією гравітаційного поля масивних небесних тіл.



Планета Земля



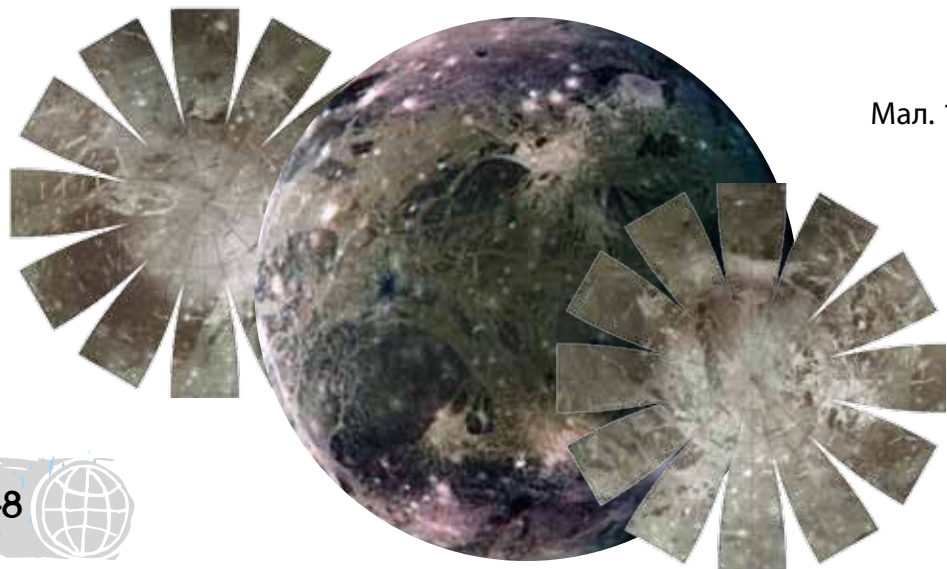
Мал. 9

сил з боку Юпітера, які піднімають поверхню супутника на висоту до 30 м. Гіпотетично в океані на Європі можуть існувати екзотичні, за земними поняттями, форми життя.

Ганімед (дав.-гр.: Γανυμήδης) – найбільший супутник у Сонячній системі (мал. 10). Він більший, ніж Меркурій (а за масою поступається цій планеті у два рази). Ганімед назвали на честь персонажа давньогрецької міфології (Ганімед – виночерпій богів).

Ганімед обертається навколо Юпітера на відстані 1,07 млн. км по майже коловій орбіті і здійснює оберт навколо своєї осі за 7155 земних діб. Поверхня Ганімеда містить, в основному, два типи регіонів: дуже старі, посічені кратерами темні області і „молодші”, світлі, з протяжними рядами гряд і виїмок. Найбільше утворення на поверхні Ганімеда – Область Галілео, темна плоска рівнина з концентричними грядами.

У середині 1980-х років американські та індійські астрономи спостерігали затемнення Ганімедом однієї із зір і виявили у супутника залишки слабкої атмосфери.



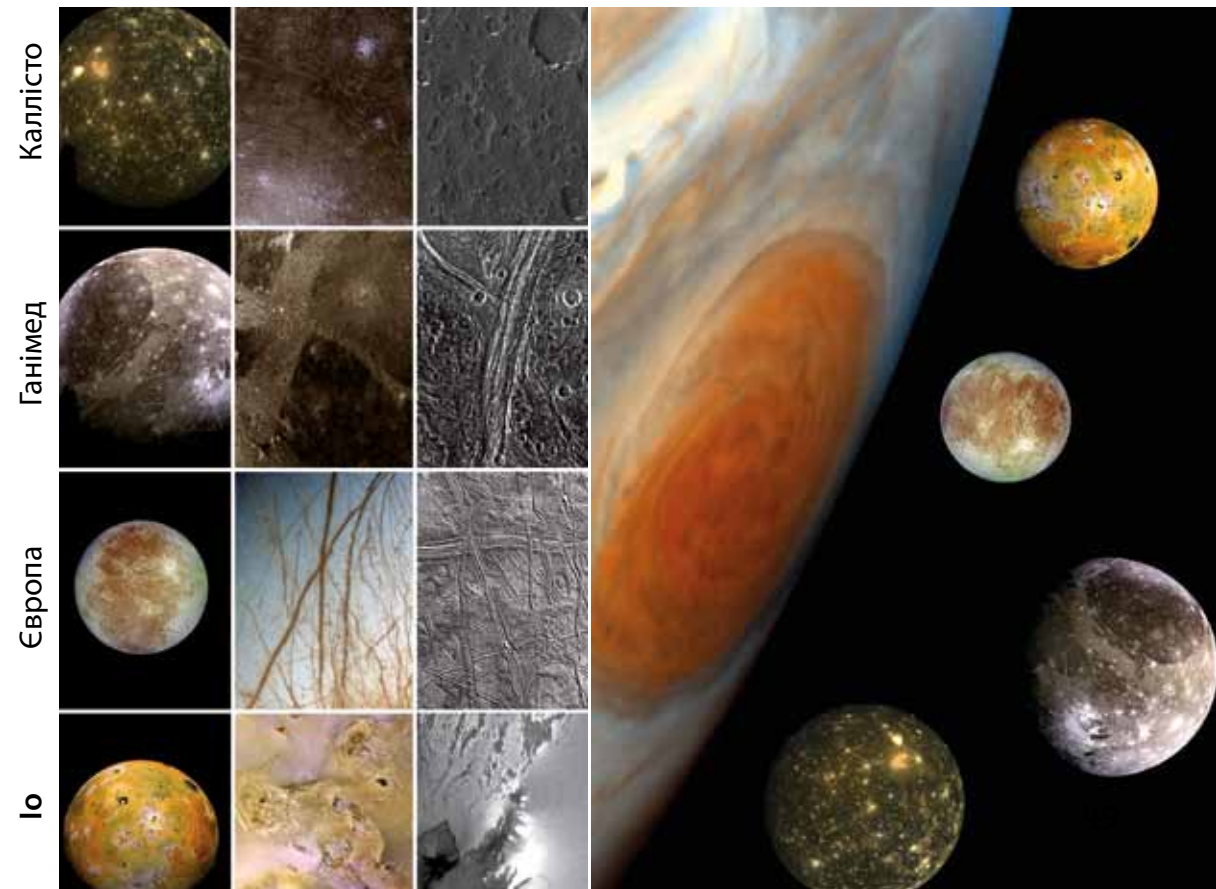
Мал. 10

Планета Земля

Каллісто (дав.-гр.: Καλλιτώ) – третій за величиною супутник у Сонячній системі, розміром приблизно з Меркурій (але за масою поступається йому в три рази). Каллісто назвали на честь персонажа давньогрецької міфології, коханої Зевса (Юпітера).

Каллісто – одне з найбільш „понівечених” кратерами тіл у Сонячній системі (мал. 11, фрагменти 1, 2), бо поверхня супутника дуже стара (приблизно 4 млрд. років). Каллісто вкрита крижаним панциром товщиною до 200 км, під яким знаходиться шар води завтовшки 10 км. Особливістю поверхні супутника є утворення Вальхалла – світла пляма діаметром 600 км з концентричними кільцями діаметром до 3 000 км. Вальхалла утворилася внаслідок падіння великого метеорита. Ще одне схоже утворення – Асгард – має діаметр 1 600 км (мал. 11, фрагмент 1). У Каллісто є дуже слабка атмосфера з вуглекислого газу.

Мал. 12. Найбільші супутники Юпітера



Фрагмент 1

Фрагмент 2

Мал. 11