



Галоўныя вывады

1. Сонечная сістэма — гэта матэрыя і ўся касмічная прастора, што знаходзіцца ў сферы прыцяжэння Сонца.
2. Сонечная сістэма складаецца з Сонца, вялікіх і карлікавых планет і іх спадарожнікаў, малых цел, міжпланетнага пылу, плазмы, фізічных палёў.
3. Галоўныя асаблівасці Сонечнай сістэмы заключаюцца ў тым, што яе асноўная маса засяроджана ў Сонцы, арбіты планет і большасці астэроідаў ляжаць амаль у адной плоскасці, абарачаюцца ў тым жа напрамку, што і Сонца.
4. Сярод планет Сонечнай сістэмы адрозніваюць планеты зямной групы і планеты-гіганты.
5. Сонечная сістэма ўтварылася ў працэсе эвалюцыі з газапылавога воблака, якое вярцелася.



Кантрольныя пытанні і заданні

1. Што разумеюць пад Сонечнай сістэмай?
2. Што называюць планетай? Якія планеты ўваходзяць у склад Сонечнай сістэмы?
3. Пералічыце асноўныя асаблівасці будовы Сонечнай сістэмы.
4. Які ўзрост найстаражытнейшых парод Зямлі; мінералаў, якія прывезены з Месяца; метэарытаў, што ўпалі на Зямлю?
5. У чым сутнасць гіпотэз І. Канта, П. Лапласа, Дж. Джынса, О. Ю. Шміта аб паходжанні Сонца і планет?
6. Назавіце асноўныя этапы паходжання і ранняй эвалюцыі Сонечнай сістэмы.

§ 13. Планеты зямной групы

1. Меркурый. Меркурый — самая блізкая да Сонца планета. Яна пастаянна «хаваецца» ў сонечных праменях, таму яе вельмі цяжка ўбачыць зямному назіральніку.

У Меркурыя няма атмасферы, яго паверхня не абаронена ад пякучых праменяў Сонца днём і касмічнага холаду ноччу. Удзень на паверхні планеты ў экватарыяльных раёнах тэмпература падымаецца да +430 °С, а ўначы апускаецца да –170 °С. Перапад тэмператур адбываецца павольна, паколькі сонечныя суткі на Меркурыі роўны 176 зямным.



Рыс. 51. Меркурый



Рыс. 52. Крутыя ўступы на паверхні Меркурыя

Уся камяністая паверхня Меркурыя пакрыта шматлікімі кратарамі (рыс. 51). Большасць з іх утварыліся ў выніку падзення метэарытаў. Кратары на картах Меркурыя названы ў гонар славутых прадстаўнікоў сусветнай культуры (Бетховен, Гамер, Дастаеўскі, Пушкін, Талстой і інш.).

Вось вярчэння Меркурыя перпендыкулярна да яго арбіты, таму дно каляпалярных кратараў ніколі не асвятляецца Сонцам. Гэтыя зоны з'яўляюцца сховішчамі вадзянога лёду, перамяшанага з горнай пародай.

Горы, якія сустракаюцца на Меркурыі, дасягаюць вышыні ўсяго 2—4 км. На планеце выяўлены ўступы вышынёй 2—3 км, што цягнуцца на сотні кіламетраў (рыс. 52). Магчыма, яны з'явіліся пры фарміраванні планеты з-за нераўнамернага сціскання ў працэсе ахаладжэння.

Паблізу ад паверхні Меркурыя выяўлены атамы гелію і вадароду, а таксама аргону і натрыю. Іх крыніцамі з'яўляюцца сонечны вецер і рэчыва планеты, якое награвецца і абпраменьваецца Сонцам.

Магнітнае поле планеты надзвычай малое, яго напружанасць у 100 разоў меншая за зямную.

Параметры Меркурыя глядзіце ў табліцы 2.

Табліца 2. Параметры Меркурыя

Зорная велічыня (максімальная)	-2,2	Дыяметр па экватары	4880 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	57,9 млн км	Маса (Зямля = 1)	0,055
	0,387 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$5,43 \cdot 10^3$ кг/м ³

Канец табліцы

Перыяд абарачэння вакол Сонца	88 зямных сутак	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	0,38
Перыяд вярчэння вакол восі	58,6 зямных сутак	Тэмпература паверхні на экватары	Ад -170°C да $+430^{\circ}\text{C}$



2. Венера. Венера — другая ад Сонца планета Сонечнай сістэмы (рыс. 53). Яна амаль такіх жа памераў, як Зямля, а яе маса складае каля 80 % ад зямной масы. На небе яна назіраецца раніцай ці вечарам у выглядзе вельмі яркага святла. Шчыльная атмасфера Венеры доўга захоўвала таямніцы яе паверхні. Вучоныя яшчэ ў сярэдзіне XX ст. думалі, што ўся планета пакрыта трапічнымі лясамі. Аднак савецкія касмічныя апараты «Венера», якія дасягнулі паверхні планеты, сфатаграфавалі мёртвую распаленую пустыню. Тэмпература паверхні дасягае $+464^{\circ}\text{C}$ і амаль не змяняецца на працягу сутак (гл. табл. 3 на с. 77). Шчыльныя воблакі прапускаюць мала сонечнага святла і ствараюць «змрочную» асветленасць нават тады, калі Сонца знаходзіцца высока над гарызонтам.

Большую частку паверхні займаюць раўніны. Самыя высокія горы, якія падымаюцца на 11 км над сярэднім узроўнем паверхні, — Горы Максвела. На Венеры выяўлены кратары дыяметрам да соцень кіламетраў (рыс. 54). Буйныя

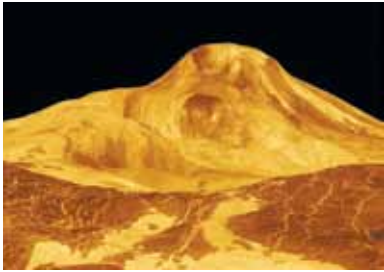


Рыс. 53. Венера. Фотаздымак выкананы ва ультрафіялетавых праменях

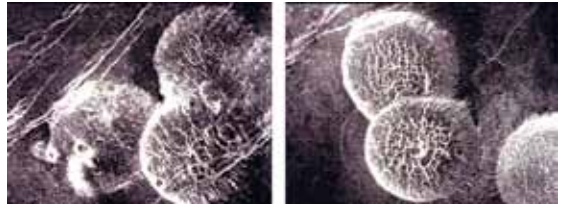


Рыс. 54. Венера. Раён Гор Максвела: вялізны кратар дыяметрам каля 100 км





Рыс. 55. Гара Маат — патухлы вулкан на Венеры

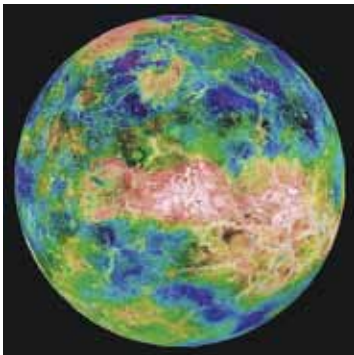


Рыс. 56. Застылыя пузыры вулканічнай лавы на Венеры. Радыёлакацыйны відарыс, перададзены касмічным караблём «Магелан» у 1991 г.

кратары названы ў гонар славутых жанчын свету (Ахматава, Войніч, Дункан, Арлова) ці проста жаночымі імёнамі (Антаніна, Валянціна, Зоя, Ірына, Нана, Оля і інш.). Шырокія ўзвышшы-мацерыкі маюць назвы: Зямля Афрадыты, Зямля Іштар, Зямля Лады і інш.

Каля 500 млн гадоў назад на Венеры адбылася глабальная геалагічная катастрофа. Сотні тысяч дзеючых вулканаў выверглі вялізную колькасць лавы, якая накрыла ўсю паверхню планеты. Самы высокі патухлы вулкан (рыс. 55) — гара Маат, названая ў гонар егіпецкай багіні ісціны і парадку, — уздымаецца над навакольнай раўнінай амаль на 8 км. Асобныя вулканы дасягаюць вышыні 3 км пры шырыні каля падножжа 500 км. Шматлікія застылыя пузыры лавы маюць купалападобную форму (рыс. 56).

Для даследавання рэльефу планеты выкарыстоўваўся метада радыёлакацыі. Аўтаматычная міжпланетная станцыя «Магелан» з 1990 па 1994 г. правяла глабальную радыёлакацыю паверхні Венеры. На аснове атрыманых даных былі складзены рэльефныя карты і ўзноўлены дэталі паверхні ў аб'ёмным адлюстраванні (рыс. 57).



Рыс. 57. Рэльефная карта паверхні Венеры, складзеная паводле даных радыёлакацыйных даследаванняў касмічнага апарата «Магелан»

Атмасфера Венеры складаецца ў асноўным з вуглякіслага газу. Ціск каля паверхні планеты ў 92 разы вышэйшы, чым каля паверхні Зямлі. З-за такога хімічнага складу, а таксама вялікай шчыльнасці атмасфера Венеры ўяўляе сабой вялікі «парнік». Парніковы эфект і абумоўлівае высокую тэмпературу паверхні.

Воблакі Венеры маюць слаістую структуру. Яны размяшчаюцца на вышынях ад 48 да 70 км і ўтрымліваюць кропелькі сернай кіслаты. Скорасць ветру каля паверхні планеты дасягае 1 м/с. У атмасферы назіраюцца маланкі.

Магнітнае поле Венеры вельмі малое з-за павольнага вярчэння планеты вакол восі з усходу на захад. Яго напружанасць у 10^4 разоў меншая, чым у зямнога. Магнітасфера амаль поўнаасця адсутнічае, таму паток зараджаных часціц, якія ідуць ад Сонца і сутыкаюцца з атмасферай планеты, захоплівае яе рэчыва і фарміруе іонны шлейф. Касмічныя абсерваторыі вызначылі, што гэты «хвост» расцягваецца ад 190 да 270 тыс. км.

Параметры Венеры глядзіце ў табліцы 3.

Табліца 3. Параметры Венеры

Зорная велічыня (максімальная)	-4,6	Дыяметр па экватары	12 104 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	108,2 млн км	Маса (Зямля = 1)	0,815
	0,723 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$5,24 \cdot 10^3$ кг/м ³
Перыяд абарачэння вакол Сонца	224,7 зямных сутак	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	0,9
Перыяд вярчэння вакол восі (адваротнае вярчэнне)	243 зямных сутак	Тэмпература паверхні	+464 °C
			

3. Зямля. Зямля — трэцяя ад Сонца планета Сонечнай сістэмы. З космасу наша планета выглядае прыгожым блакітным шарам (рыс. 58). Праз воблачнае покрыва можна разгледзець мацерыкі і акіяны. Акіяны займаюць амаль 71 % паверхні Зямлі.

Дэталі паверхні Зямлі і ўмовы жыцця вам добра вядомы, таму мы спынімся больш падрабязна на будове яе нетраў. Мадэлі ўнутранай будовы Зямлі і астатніх планет зямной групы падобныя.

Па запісах ваганняў зямной паверхні пры землетрасеннях — **сейсмаграмах** — было выяўлена, што ўнутраная будова планеты па вертыкалі



Рыс. 58. Фатаграфія Зямлі з космасу

слаістая. Па хімічным складзе і фізічных характарыстыках вылучаюць тры асноўныя сферычныя абалонкі: цвёрдую кару, мантыю і ядро. Самы тонкі вонкавы слой — **цвёрдая кара**. У Зямлі яна распасціраецца ў сярэднім на глыбіню 35 км (акіянічная кара — 10 км, кантынентальная кара — 70 км). Па хімічным саставе зямная кара складаецца з кіслароду (49,1 %), крэмнію (26,0 %), алюмінію (7,5 %), жалеза (4,2 %), кальцыю (3,3 %) і іншых хімічных элементаў. Агульная маса зямной кары складае ўсяго 0,8 % агульнай масы Зямлі. Кара аддзяляецца ад наступнай **мантыі** выразнай мяжой.

Ядро — найбольш шчыльная частка планетных нетраў. У цэнтры Зямлі шчыльнасць рэчыва дасягае $13\,500\text{ кг/м}^3$, а тэмпература ацэньваецца ў 6000 К. Радыус ядра складае 55 % радыуса Зямлі, а маса — каля 30 % масы планеты. Зямное ядро падзяляецца на знешняе і цвёрдае ўнутранае радыусам 1270 км. Пераходная зона паміж знешняй і ўнутранай часткамі вельмі тонкая — каля 5 км. У Венеры аналагічнае ядро. Найбольш магутнае ядро мае Меркурый, яго радыус складае 70 % радыуса, а маса — 60 % масы ўсёй планеты. У Марса невялікае ядро масай 7 % ад масы ўсёй планеты, яго радыус складае 28 % радыуса Марса. Ядры планет у асноўным складаюцца з жалеза з прымессю нікелю, серы. Вадкі знешні слой ядра, магчыма, ёсць у Меркурыя і Венеры.

Крыніцамі награвання нетраў планет з'яўляюцца:

- 1) выдзяленне цеплаты пры распадзе радыеактыўных элементаў;
- 2) энергія, якая выдзяляецца пры ўдарах цел розных памераў (астэроідаў і інш.) аб паверхню планеты;
- 3) награванне за кошт сціскання рэчыва планеты і гравітацыйнай дыферэнцыяцыі.

Гравітацыйная дыферэнцыяцыя ўяўляе сабой працэс паступовага пераразмеркавання рэчыва па шчыльнасці — цяжкія элементы імкнуча да цэнтра, а лёгкія падымаюцца да паверхні. Гэты працэс у Зямлі яшчэ не завяршыўся. Рух рэчыва ўнутры планеты ўплывае на кару, выклікае землетрасенні, гораўтварэнне, тэктанічныя і вулканічныя працэсы.

Магнітнае поле Зямлі генеруецца ў вадкім металічным слоі ядра.

Зямная атмасфера складаецца ў асноўным з азоту (78 %) і кіслароду (21 %).

Параметры Зямлі глядзіце ў табліцы 4.

Табліца 4. Параметры Зямлі

Вугал нахілу экватара да плоскасці арбіты	23,4°	Дыяметр па экватары	12 756 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	149,6 млн км	Маса	$5,97 \cdot 10^{24}$ кг
	1 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$5,52 \cdot 10^3$ кг/м ³

Канец табліцы

Перыяд абарачэння вакол Сонца	365,26 зямных сутак	Тэмпература паверхні	Ад -89°C да $+57^{\circ}\text{C}$
Перыяд вярчэння вакол восі	23,93 г		
 <p>Мантыя Зямная кара Унутранае ядро Знешняе ядро</p>			

4. Марс. Марс — чацвёртая ад Сонца планета Сонечнай сістэмы (рыс. 59). Для назіральніка яна паўстае ў выглядзе яркага чырвонага святла. З дапамогай аматырскіх тэлескопаў можна ўбачыць палярныя шапкі Марса і некаторыя буйныя дэталі яго паверхні.

Атрыманыя з дапамогай касмічных апаратаў відарысы паверхні Марса паказалі, што планета ўяўляе сабой мёртвую пустыню, значная частка якой пакрыта чырванаватым пяском і ўсеяна камянямі. Чырвоны колер паверхні Марса тлумачыцца высокім утрыманнем у глебе аксідаў жалеза.

На паверхні Марса атмасфера вельмі разрэджаная, таму адбываюцца вялікія сутачныя ваганні тэмпературы: калі ўдзень тэмпература на экватары падымаецца летам да $+35^{\circ}\text{C}$, то ноччу яна апускаецца да -65°C . Зімой на паверхні Марса назіраюцца снег і іней (рыс. 60). Вада ў вадкім стане там існаваць не



Рыс. 59. Марс



Рыс. 60. Снег на паверхні Марса. Фатаграфія зроблена спускальным апаратам «Вікінг-2»

мога. Ціск каля паверхні планеты ў 100—170 разоў меншы, чым на Зямлі. Ва ўмовах нізкага атмасфернага ціску вада закіпае пры тэмпературы $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ і адразу ж выпараецца.

На Марсе вельмі шмат ударных кратараў вялікіх памераў. Гэта сведчыць аб тым, што планета перажыла мноства катастроф, якія змянілі ўмовы на яе паверхні. Кратары на Марсе названы ў гонар вучоных, якія прысвяцілі сваю дзейнасць вывучэнню Марса і планет Сонечнай сістэмы (напрыклад, кратар Ціхаў).

Паверхня Марса характарызуецца рэзка выяўленай асіметрыяй. Паўднёвае гарыстае паўшар'е ў сярэднім на 2 км вышэйшае за Паўночнае. На здымках марсіянскай паверхні добра бачны шматлікія буйныя і дробныя каньёны. Іх шырыня дасягае 600 км, глыбіня — 5 км. Самы вялікі з іх — Даліна Марынера — мае даўжыню амаль 5000 км (глыбіня 7—10 км, шырыня 600 км). На рысунку 59 ён бачны як цёмная структура, якая перасякае дыск планеты.

Уражваюць сваімі маштабамі патухлыя вулканы Марса. Самы высокі — гара Алімп (рыс. 61) — уздымаецца над паверхняй на 27 км. Дыяметр яго падножжа дасягае 600 км. Узрост гэтых структур — каля 400 млн гадоў.



Рыс. 61. Гара Алімп на Марсе



Рыс. 62. Высахлыя рэчышчы марсіянскіх рэк

Вядомыя палярныя шапкі Марса ўтвораны тоўстымі (парадку 3 км) слямі лёду, перамяшанага з пылам. Верхні слой палярных шапак складаецца з «сухога лёду» (замерзлага вуглякіслага газу — CO_2) з невялікай прымессю звычайнага лёду (H_2O). Тэмпература тут апускаецца ніжэй за $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. Калі на адным з паўшар'яў пачынаецца зіма, адпаведная палярная шапка пачынае расці і дасягае 57° шыраты ў Паўночным паўшар'і і 45° у Паўднёвым. З надыходам вясны шапка пачынае раставаць. На паўднёвай палярнай шапцы назіраюцца гейзеры. Пад час фарміравання палярных шапак у атмасферы планеты можна назіраць блакітнавата-белыя воблакі.

Загадкавыя марсіянскія даліны, падобныя да высахлых рэчышчаў рэк (рыс. 62), былі створаны воднымі патокамі, якія зніклі больш мільярда гадоў назад. Аб наяўнасці вады на Марсе ў старадаўнія часы сведчаць многія факты. У 1999 г. былі апублікаваны вынікі даследаванняў, якія даказвалі, што на Марсе

раней існаваў акіян вады. Гэта высветлілася пры вывучэнні фотаздымкаў, перададзеных на Зямлю станцыяй «Марс Глобал Сурвэер», па асаблівасцях рэльефу, які ўяўляў сабой старадаўнюю берагавую лінію. Акіян мог існаваць, пакуль тэмпература паверхні Марса была дастаткова высокай. Планета пачала ахалоджвацца каля мільярда гадоў назад. Тонкая атмасфера Марса не перашкаджала «выпарэнню» вады ў міжпланетную прастору. Пры паніжэнні тэмпературы замерзлая вада ўперамешку з пяском утварыла падпаверхневую ледзяную абалонку — **крыясферу**. Крыясфера Марса ўтрымлівае колькасць вады, эквівалентную слою таўшчынёй каля 1 км па ўсёй планеце.

Атмасфера Марса мае нізкую шчыльнасць і складаецца ў асноўным з вуглякіслага газу (95 %). Скорасць ветру каля паверхні планеты не перавышае 15 м/с, а падчас пылавых бур дасягае 100 м/с. Марс — адзіная планета, дзе назіраюцца глабальныя пылавыя буры. Яны ствараюць антыпарніковы эффект, паколькі воблакі пылу не прапускаюць сонечнае выпраменьванне да паверхні. Таму паверхня моцна ахалоджваецца, а пыл і навакольная атмасфера, наадварот, разаграюцца. У атмасферы Марса назіраюцца пясчаныя віхры, якія закручваюць слупы пылу вышынёй да 8 км. Часцінкі воблакаў складаюцца з сілікатных і ледзяных пылінак. Пыл на Марсе падымаецца так высока ў атмасферу, што закрывае гару Алімп.

Марс мае слабае магнітнае поле з напружанасцю ў 500 разоў меншай, чым зямное поле.

Параметры Марса глядзіце ў табліцы 5.

Табліца 5. Параметры Марса

Зорная велічыня (максімальная)	-2,9	Дыяметр па экватары	6792 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	227,9 млн км	Маса (Зямля = 1)	0,107
	1,524 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$3,93 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Перыяд абарачэння вакол Сонца	1,88 зямнога года	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	0,38
Перыяд вярчэння вакол восі	24,62 г	Тэмпература паверхні	Ад $-153 \text{ }^\circ\text{C}$ да $+35 \text{ }^\circ\text{C}$



! Галоўныя вывады

1. Планеты зямной групы параўнальна малыя (іх агульная маса не перавышае 0,5 % ад масы ўсіх планет Сонечнай сістэмы) і ўяўляюць сабой цвёрдыя целы з высокай сярэдняй шчыльнасцю.
2. Усе планеты зямной групы маюць падобную будову і складаюцца з ядра, манты, цвёрдай кары.
3. Для паверхняў планет зямной групы характэрна наяўнасць кратараў, гор, вулканаў.
4. Планеты зямной групы (акрамя Меркурыя) маюць вонкавыя абалонкі: атмасферу (Венера, Зямля, Марс), гідрасферу і біясферу (Зямля), крыясферу (Марс).

? Кантрольныя пытанні і заданні

1. З якіх абалонак складаюцца планеты?
2. Пералічыце крыніцы награвання нетраў планет.
3. Што называюць гравітацыйнай дыферэнцыяцыяй?
4. З якіх асноўных хімічных элементаў складаецца паверхня Зямлі; Меркурыя; Марса?
5. Апішыце паверхні планет зямной групы.
6. Якія асаблівасці маюць атмасферы планет зямной групы?

§ 14. Планеты-гіганты



Рыс. 63. Юпітэр. Цёмная пляма — цень спадарожніка Еўропа. Фатаграфія атрымана касмічным апаратам «Касіні»

1. Юпітэр. Юпітэр — самая вялікая з планет-гігантаў (рыс. 63). Яго маса значна перавышае масу ўсіх іншых планет, разам узятых. Юпітэр уяўляе сабой газападобнае цела з надзвычай магутнай атмасферай, якая складаецца ў асноўным з вадароду і гелію, што ўласціва і для іншых планет гэтай групы. Па сярэдняй шчыльнасці і перавазе вадароду і гелію Юпітэр падобны да зорак. У адрозненне ад планет зямной групы, у планет-гігантаў няма цвёрдай паверхні. Тое, што мы назіраем, — гэта вяршыні воблакаў, якія плаваюць у атмасферы. З-за хуткага вярчэння планет-гігантаў і моцных вятроў воблакі выцягваюцца



Рис. 64. Вялікая Чырвоная пляма на Юпітэры

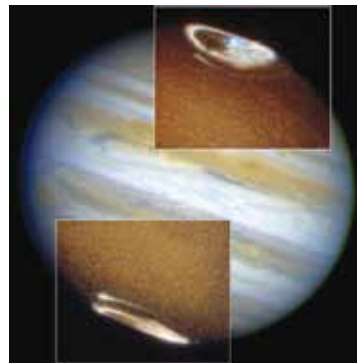


Рис. 65. Палярныя зьяні на Юпітэры. Фатаграфія касмічнага тэлескопа Хабла



ў палосы, паралельныя экватару. Афарбоўку воблакам надаюць прымесі аміячных утварэнняў, метан і іншыя складаныя злучэнні.

Светлыя і цёмныя палосы ў атмасферы Юпітэра тлумачацца рознымі зонамі ціску. Светлыя зоны — гэта вобласці высокага ціску, а цёмныя — нізкага. Цёплыя газы падымаюцца ўгару ў вобласці светлых зон, дасягаюць верхняй мяжы воблакаў, дзе астываюць і трапляюць у суседнія палосы з нізкім ціскам.

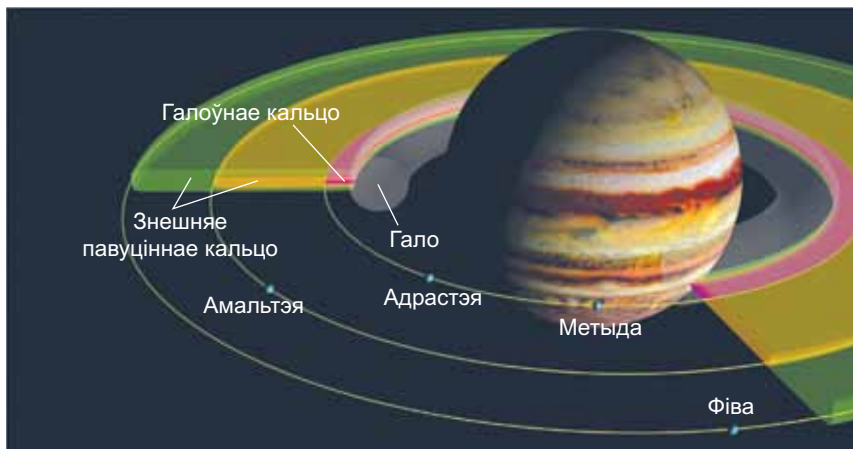
У экватарыяльнай зоне (ад $+9^\circ$ да -9°) газавыя цячэнні накіраваны строга з захаду на ўсход. Скорасць руху газавых мас дасягае 180 м/с (паводле даследаванняў міжпланетнай касмічнай станцыі «Галілео»). Паблізу ад шырот ад $+20^\circ$ да -20° рэчыва рухаецца ў адваротным напрамку, з усходу на захад, са скорасцю каля 50 м/с. Паміж асноўнымі цячэннямі існуюць віхры і струмені.

Для Юпітэра, як і для ўсіх планет-гігантаў, характэрна наяўнасць светлых і цёмных авальных плям. Найбольш прыкметная з іх — Вялікая Чырвоная пляма (рис. 64), якую назіраюць на працягу ўжо трох стагоддзяў. Гэта велізарны і надзвычай устойлівы віхар, падобны да зямнога ўрагану.

У палярных воблаках Юпітэра назіраецца з'ява, падобная да зямнога палярнага зьянення (рис. 65).

Уяўленні аб унутранай будове планет-гігантаў атрыманы на аснове назіранняў і тэарэтычных мадэлей, якія грунтуюцца на ўласцівасцях вадароду.

На дне атмасферы Юпітэра, якая ўшчыльняецца ўглыб на 1500 км, знаходзіцца слой вадкага вадароду. Далей атмасфера пераходзіць у асаблівы газавадкі стан.



Рыс. 66. Схема кольцаў Юпітэра

На ўзроўні 0,77 радыуса планеты пачынаецца абалонка, дзе вадарод набывае ўласцівасці металу. Тут ён сціскаецца так моцна ($4 \cdot 10^{12}$ Па), што электроны пакідаюць свае атамы і свабодна перамяшчаюцца. Гэта прыводзіць да з'яўлення магнітнага поля Юпітэра, напружанасць якога на мяжы воблачнага слоя ў 12 разоў большая, чым у зямнога магнітнага поля.

У цэнтры Юпітэра знаходзіцца цвёрдае ядро, якое складаецца з аксідаў крэмнію, магнію і жалеза з прыmesямі. Дыяметр унутранага ядра — каля 25 тыс. км, тэмпература ў яго цэнтры складае 23 000 К. Такая высокая тэмпература тлумачыцца павольным гравітацыйным сцісканнем планеты.

У 1979 г. касмічныя апараты «Вояджэр-1» і «Вояджэр-2» выявілі ў Юпітэра кольца (рыс. 66). Яны складаюцца з вельмі дробных пылінак (0,2—200 мкм). Гэтыя пылінкі паступова падаюць у атмасферу Юпітэра, а іх месца займаюць іншыя, якія ўтвараюцца пры сутыкненні малых спадарожнікаў, асабліва Амальтэі, з метэарытнымі цэламі.

Параметры Юпітэра глядзіце ў табліцы 6.

Табліца 6. Параметры Юпітэра

Зорная велічыня (максімальная)	−2,9	Дыяметр па экватары	142 980 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	778,5 млн км	Маса (Зямля = 1)	318
	5,204 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$1,33 \cdot 10^3$ кг/м ³

Канец таблицы

Перыяд абарачэння вакол Сонца	11,86 зямнога года	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	2,2
Перыяд вярчэння вакол восі	9,92 г	Тэмпература верхняга слоя воблакаў	-133 °С

Вадкі вадарод Газападобныя вадарод і гелій
Цвёрдае ядро Металічны вадарод

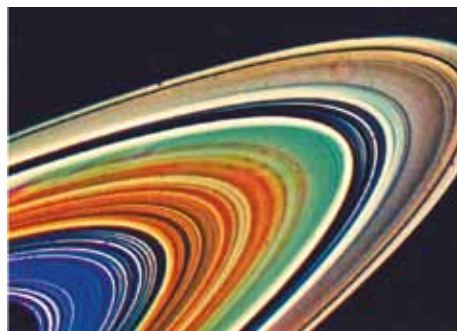
2. Сатурн. Сатурн — другая па велічыні планета-гігант, акружаная прыгожымі кольцамі (рыс. 67). Дыск планеты прыкметна сплясканы каля полюсаў. Гэта выклікана тым, што ў Сатурна самая нізкая шчыльнасць сярод усіх планет Сонечнай сістэмы.

Кольцы Сатурна (рыс. 68) заўважыў яшчэ Галілео Галілей: у 1610 г. ён назіраў з абодвух бакоў дыска незразумелыя прыдаткі. Але толькі Хрысціян Гойгенс у 1656 г. выявіў тонкае плоскае кальцо, якое не датыкалася да планеты. З Зямлі ў тэлескоп можна ўбачыць некалькі кольцаў, аддзеленых адно ад аднаго цёмнымі прамежкамі.

На аснове спектральных даследаванняў у 1895 г. рускі вучоны А. А. Беллапольскі ўстанавіў, што кольцы не маналітныя, а складаюцца з асобных дроб-



Рыс. 67. Сатурн.
Фатаграфія зроблена
касмічным тэлескопам Хабла



Рыс. 68. Структура кольцаў Сатурна (кольры ненатуральныя — яны падкрэсліваюць адрозненні мінералагічнага складу кольцаў)

ных цел. Здымкі, атрыманыя касмічным апаратам «Вояджэр-2», паказалі, што сістэму кольцаў утвараюць тысячы тонкіх кольцаў, кожнае з якіх складаецца з бясконцага мноства абломкаў лёду памерамі ад найдрабнейшых пылінак да некалькіх метраў. Таўшчыня кольцаў не перавышае 2 км.

Плоскасць кольцаў размешчана ў плоскасці экватара Сатурна, якая мае нахіл $26^{\circ}45'$ да плоскасці арбіты. Пры руху Сатурна па арбіце кольца захоўваюць сваё месцазнаходжанне ў прасторы і двойчы за адзін абарот планеты вакол Сонца паварочваюцца да Зямлі сваім рабрам. З-за сваёй малой таўшчыні ў невялікія тэлескопы яны ў гэты час не бачныя. Дыяметр па вонкавым краі кольцаў складае 272 тыс. км, а па ўнутраным — 144 тыс. км. Сумарная маса кольцаў складае каля $3 \cdot 10^{-8}$ масы Сатурна.

Напружанасць магнітнага поля Сатурна блізкая да зямной.

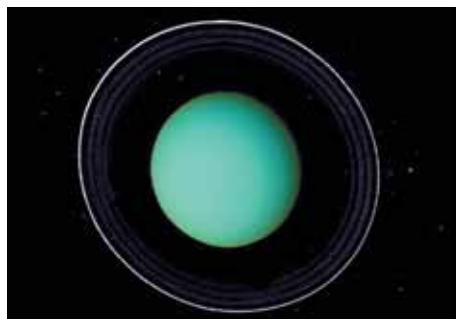
Параметры Сатурна глядзіце ў табліцы 7.

Табліца 7. Параметры Сатурна

Зорная велічыня (максимальная)	-0,2	Дыяметр па экватары	120 536 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	1433 млн км	Маса (Зямля = 1)	95,2
	9,59 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$0,69 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Перыяд абарачэння вакол Сонца	29,46 зямнога года	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	1,1
Перыяд вярчэння вакол восі	10,57 г	Тэмпература верхняга слоя воблакаў	-140 °C
 <p>Ячэйкі з цыркулюючымі вадародам і геліем</p> <p>Металічны вадарод з кропелькамі гелію</p> <p>Каменнае ядро</p>			

3. Уран. Уран — трэцяя па велічыні планета-гігант. Планета мае вельмі прыгожы зеленавата-блакітнаваты колер (рыс. 69). Гэта тлумачыцца асаблівасцямі складу атмасферы планеты і яе тэмпературай. Пры тэмпературы -217°C у верхніх сляях вадародна-геліевай атмасферы ўтварылася метанавая смуга. Метан добра паглынае чырвоныя прамені і адбівае блакітныя і зялёныя. Таму планета набыла прыгожы бірузовы колер. У атмасферы Урана не назіраецца ніякіх прыкметных узбурэнняў.

У 1977 г. былі адкрыты кольцы Урана. Здымкі, зробленыя «Вояджэрам-2» у 1986 г., пацвердзілі іх існаванне. Уран акружаны адзінаццацю вузкімі кольцамі, якія размешчаны ў плоскасці экватара на адлегласці ад 42 да 51,4 тыс. км (ці 1,65—2,02 радыуса) ад цэнтра планеты. Тыповая шырыня кольцаў ад 1 да 8 км, толькі ў самага вялікага яна вагаецца ад 22 да 93 км. Таўшчыня кольцаў не перавышае 1 км. Кольцы Урана складаюцца з дробнага пылу і невялікіх цвёрдых цёмных часцінак.



Рыс. 69. Уран. Фатаграфія атрымана касмічным тэлескопам Хабла

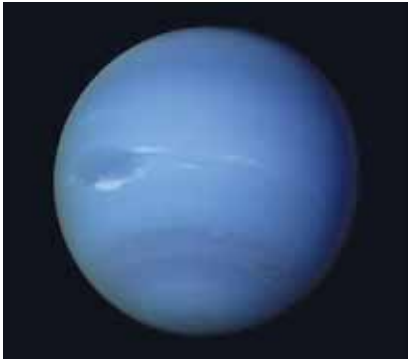
Магнітнае поле Урана мае адну цікавую асаблівасць. Вось вярчэння планеты амаль супадае з плоскасцю арбіты, і лініі магнітнага поля скручаны вярчэннем Урана ў доўгі штопар ззаду планеты. Напружанасць магнітнага поля прыблізна роўна зямной.

Параметры Урана глядзіце ў табліцы 8.

Табліца 8. Параметры Урана

Зорная велічыня (максімальная)	5,4	Дыяметр па экватары	51 120 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	2877 млн км	Маса (Зямля = 1)	14,5
	19,23 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$1,27 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Перыяд абарачэння вакол Сонца	84,0 зямнога года	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	0,9
Перыяд вярчэння вакол восі (адваротнае вярчэнне)	17,24 г	Тэмпература верхняга слоя воблакаў	-197 °C
<p>Атмасфера з вадароду, гелію і метану</p> <p>Мантыя з замерзлых вады, метану і аміяку</p> <p>Каменнае ядро</p>			

4. Нептун. Нептун — самы маленькі гігант. Знаходзіцца амаль на самым краі Сонечнай сістэмы і атрымлівае вельмі мала сонечнай энергіі. Аднак, нягледзячы на гэта, планета вельмі актыўная. На фатаграфіях Нептуна добра



Рыс. 70. Нептун. Вялікая Цёмная пляма. Фатаграфія зроблена касмічным апаратам «Вояджэр-1»

планеты. Шырыня кольцаў — ад 15 да 5000 км. Яны складаюцца з дробных сілікатных пылінак, якія адбіваюць 6 % сонечнага святла.

Напружанасць магнітнага поля Нептуна ўтвая меншая, чым у Зямлі.

Параметры Нептуна глядзіце ў табліцы 9.

бачны воблакі, якія з'яўляюцца і знікаюць у атмасферы планеты. Адметнай прыкметай Нептуна з'яўляецца Вялікая Цёмная пляма (рыс. 70), падобная па структуры да Вялікай Чырвонай плямы Юпітэра.

Скорасць ветру ў атмасферы Нептуна дасягае рэкорднай велічыні — 600 м/с.

Меркаванне аб існаванні кольцаў у Нептуна было выказана ў 1984 г. на аснове назіранняў за накрываннем зорак планетай. Тры замкнутыя і адно незамкнутае кольца бачны на здымках, атрыманых касмічным апаратам «Вояджэр-2» у 1989 г. Размяшчаюцца кольца на адлегласці ад 1,7 да 2,5 радыуса

Табліца 9. Параметры Нептуна

Зорная велічыня (максімальная)	7,8	Дыяметр па экватары	49 528 км
Сярэдняя адлегласць да Сонца	4503 млн км	Маса (Зямля = 1)	17,1
	30,1 а. адз.	Сярэдняя шчыльнасць	$1,64 \cdot 10^3$ кг/м ³
Перыяд абарачэння вакол Сонца	164,8 зямнога года	Сіла прыцяжэння на экватары (Зямля = 1)	1,1
Перыяд вярчэння вакол восі	15,97 г	Тэмпература верхняга слоя воблакаў	-200 °С



! Галоўныя вывады

1. У адрозненне ад планет зямной групы планеты-гіганты ўяўляюць сабой буйныя масіўныя газападобныя целы з малой шчыльнасцю, аддаленыя ад Сонца на значную адлегласць (ад 5 да 30 а. адз.).
2. Планеты-гіганты вельмі хутка абарачаюцца вакол сваіх восей.
3. Усе планеты-гіганты маюць кольцы.
4. Асноўнымі кампанентамі атмасфер гэтых планет з'яўляюцца вадарод і гелій.

? Кантрольныя пытанні і заданні

1. Назавіце адрозненні ў асноўных фізічных характарыстыках планет-гігантаў і планет зямной групы.
2. У чым асаблівасць вярчэння планет-гігантаў вакол іх восей?
3. Раскажыце аб асаблівасцях будовы планет-гігантаў.
4. Што ўяўляюць сабой кольцы планет?
5. Чаму часам нават у буйныя тэлескопы не бачны кольцы Сатурна?

§ 15. Месяц. Спадарожнікі планет

1. Фізічныя ўмовы на Месяцы. Месяц — адзіны натуральны спадарожнік Зямлі. Гэта цела шарападобнай формы дыяметрам 3476 км. Маса Месяца ў 81 раз меншая за масу Зямлі. Сярэдняя шчыльнасць Месяца роўна 0,6 шчыльнасці Зямлі, а паскарэнне свабоднага падзення ў 6 разоў меншае за зямное, г. зн. на месяцавай паверхні прадметы важаць у 6 разоў менш, чым на Зямлі. Сонечныя суткі на Месяцы доўжацца сінадычны месяц (29,5 зямных сутак). На Месяцы няма вады ў вадкім стане і практычна няма атмасферы. За месяцавы дзень, які доўжыцца каля 15 зямных сутак, паверхня паспявае нагрэцца да $+127\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за ноч ахаладзіцца да $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$. Пры высокіх тэмпературах скорасць газавых малекул перавышае другую касмічную скорасць для паверхні Месяца, роўную 2,38 км/с, таму газы, што выдзяляюцца з нетраў спадарожніка Зямлі ці ўтвараюцца пры падзенні метэорных цел, хутка пакідаюць Месяц. Без газавай атмасферы Месяц зведвае ўздзеянні ўсіх відаў электрамагнітнага выпраменьвання Сонца, а таксама ўдары метэорных цел розных памераў.

Простым вокам на месяцавай паверхні можна адрозніць светлыя і цёмныя ўчасткі. Цёмныя, адносна роўныя вобласці паверхні, якія называюць «морамі»,