

П

ПАВИЧ— сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря: α — Пікок, 1.93^m .

З території України не видно.

ПАВЛОВ Микола Никифорович (1902—1985) — рос. астроном. З 1930 працював у Пулковській обсерваторії, з 1946 — проф. Ленінградського ун-ту.

Наук. праці стосуються астрометрії. Запропонував низку нових методів астр. визначення часу і прямих піднесень зір. Розробив конструкцію горизонт. пасажного інструмента великої оптичної сили (1937) і разом з *Д. Д. Максutowим* — конструкцію меніскового пасажного інструмента (1944).

ПАДІННЯ КОМЕТИ НА ЮПІТЕР

— падіння осколків комети Шумейкерів—Леві 9 на *Юпітер* у серпні 1994.

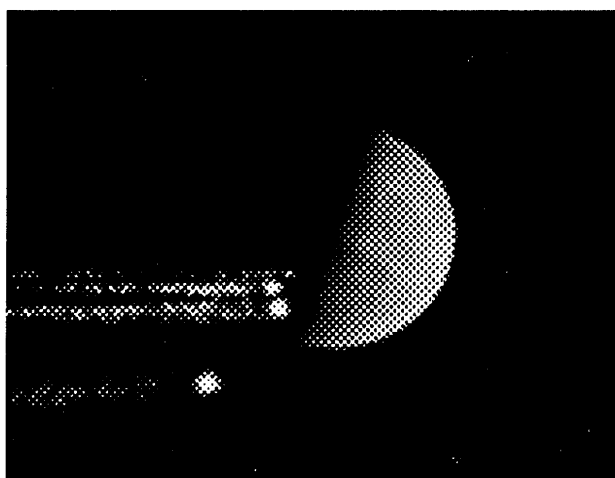
У липні 1992 комета Шумейкерів—Леві 9 унаслідок проходження через *Роса* порожнину *Юпітера* була розірвана

припливними силами на 21 фрагмент, загальмувала і стала супутником планети. Окремі фрагменти розірваної комети мали діаметри до 10 км, їхня маса — близько 10^{12} — 10^{13} кг. Швидкість зближення з *Юпітером* кометного «поїзда» (див. рис.) досягала $60 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$.

Перший фрагмент А (всі осколки комети позначені буквами лат. абетки від А до W у порядку очікуваного їх падіння) врізався в газову оболонку планети 16 липня 1994. Оскільки просторова локалізація явища дуже несприятлива для спостережень з поверхні *Землі* (комета падала на невидимий із *Землі* бік *Юпітера*), засобами наземної астрономії вдалося спостерігати тільки віддалені наслідки падіння. Через кілька хвилин після падіння фрагмента А швидке обертання *Юпітера* (доба на ньому триває всього 10 годин) вивело місце падіння на видимий бік планети, тоді було зареєстровано дуже потужний спалах, яскравіший, ніж супутник *Юпітера* *Іо*. Темну пляму, що виникла в атмосфері планети внаслідок падіння, спостерігали впродовж кількох діб.

Падіння фрагмента G (18 липня) супроводжувалося викидом в атмосферу розжареного стовпа газів заввишки понад 2 000 км, яскравість якого була порівнянна зі світінням усієї планети. За оцінками, у цьому випадку виділилася енергія, еквівалентна вибуху 6 млн. мегатонн тринітротолуолу, а розрахунковий діаметр осколка ~ 3 км (діаметр найбільшого небесного тіла, що за пам'яті людства зіткнулося із *Землею* — *Тунгуського метеорита* — оцінено в 30 м).

Аналіз спостережень свідчить про те, що окремі фрагменти комети встигали пронизати кількасот кілометрів газової оболонки, перш ніж тертя і нагрівання



«Кометний поїзд» на шляху до *Юпітера*.

Мозаїка комети Шумейкерів—Леві 9, складена з шести окремих зображень, одержаних за допомогою ширококутної камери телескопа *Хаббла* 17 травня 1994. Відстань між фрагментами А і W становить $\approx 360''$ (що відповідає 1 150 000 км).

розривали їх на менші куски. Їхній розпад супроводжувався вогняними спалахами, а самі ділянки спалахів розширювалися, підіймалися вгору і проникали у верхні шари атмосфери. Тисячокілометрові плями протягом кількох діб після падіння фрагментів в ІЧ діапазоні спектра були дуже яскраві, у видимому — слабкіші.

Значний обсяг інформації одержано за допомогою *Хаббла космічного телескопа*, який передав на Землю чіткі зображення місця падіння фрагмента G, розвитку протягом кількох хвилин стовпа розжарених газів, а також зображення у видимій ділянці спектра величезної темної плями на поверхні Юпітера, оточеної двома кільцями, діаметр зовн. кільця досягав 12 000 км. Падіння фрагментів супроводжувалося значним підвищенням *яскравості* планети в радіодіапазоні, однак очікуваного максимуму в діапазоні низьких частот, зокрема в діапазоні 16.7—32.0 МГц, не виявлено, максимум радіовипромінювання принавив на частоті ~2.5 ГГц. Найбільшої потужності радіовипромінювання було зареєстровано після падіння останнього фрагмента W (23 липня).

Дуже несподівано і досі незрозуміло, чому нема доказів наявності води в речовині, що була викинута у верхні шари атмосфери. Не вдалося спостерігати і наслідків падіння деяких фрагментів — T, U, V (до речі, ці фрагменти підлітаючи до Юпітера, «збилися з курсу» і це, на думку деяких учених, завало їм зіткнутися з планетою). Припускають, що падіння комети на Юпітер було найяскравішою подією в *Сонячній системі* за весь час астр. спостережень. Наслідком цієї події, найімовірніше, буде утворення навколо Юпітера кільця (або системи кілець) з осколків комети, які захоплять із собою частину верхньої атмосфери планети.

ПАК — супутник Урана, найбільший із супутників, відкритих «*Вояджером-2*» у 1985—1986.

Орбіта П. розміщена між *кільцем планети ε* і *Мірандою*. Фотографії супутника було одержано з відстані 500 тис. км. Діаметр — 170 км, форма близька до кулі, видиме *альbedo* при фазі 33° дорівнює 0.04, що відповідає геом. *альbedo* 0.07 при фазовому коефіцієнті для *астероїдів*.

На поверхні П. виявлено декілька *кратерів*, найбільший з яких має розміри 45 км. Відсутність тріщин і променів біля кратерів свідчить про таке: або супутник складається з водяного льоду з домішками гідратів аміаку та метану, а сліди викинутаї під час удару світлої речовини зникають після випадання темної речовини, що міститься на орбіті супутника; або тріщини та промені ніколи не утворювались, якщо П. складається з кам'яної темної речовини чи водяного льоду, рівномірно перемішаного з темною матерією, яка має низьке *альbedo*. Обидві моделі трактують П. як первісний льодовий або вуглецевий конгломерат, що досі зберіг ту речовину, з якої він утворився.

ПАЛІМПСЕСТ (грец. *παλιμ* — знов і *ψάω* — зішкрябую) — пляма приблизно кругової форми з підвищеним *альbedo*, яка залишилась на місці колишнього *кратера* та його валу. Структура П. майже втратила рельєфність, однак відрізняється за складом від навколишніх ділянок кори. На *Ганімеді*, напр., це кратер *Галілея*.

ПАЛЛАДА — *астероїд* № 2. Відкритий у 1802 *Г. Ольберсом*. Названий на честь Афін Паллади (у грец. міфології — дочка Зевса, покровителька міст, ремесел та цнотливості).

Елементи орбіти: $a=2.77035$ а.о.; $e=0.23472$; $i=34.81015^\circ$; *сидеричний період обертання* 1 684 діб; *період обертання навколо осі* 7.811 год. Діаметр 608 км; *маса* $2.3 \cdot 10^{19}$ кг; *густина* близько $2,6$ г/см³. *Геом. альbedo* 0.079. *Зоряна величина стандартна* $V(1,0)=4.13^m$, *зоряна величина в опозицію* $V_0=8^m$; *показники кольору* $U-V=0.29^m$, $B-V=0.65^m$. П. належить до U-типу (некласифіковані астероїди). Поки що не виявлено цілковитого аналога її речовини серед *метеоритів*. Допустима наявність гідратованих силікатів, бідних на залізо. Визначено майже цілковиту тотожність *спектрів* П. — великого астероїда *поясу астероїдів*, та 1580 Бетулія — малого астероїда групи, члени якої наближаються до *Землі*, що може свідчити про їхній генетичний зв'язок.

ПАЛЛАСОВЕ ЗАЛІЗО — залізокам'яний *метеорит масою* близько 500 кг, що знайдений 1772 в Сибіру поблизу сучасного м. Абакан петербурзьким академіком П. С. Палласом (1741—1811).

Аналізуючи походження П. з., нім. фізик Е. Хладні (1756—1827) у книзі (1794) висловив думку, що метеорити — це фрагменти міжпланетної речовини. Більшість тогочасних учених прийняла ідеї Хладні вороже, проте ці ідеї стимулювали вивчення метеоритів і мали величезне значення для формулювання правильних уявлень про матеріальну єдність *Vсесвіту*.

ПАЛОМАРСЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ — те ж саме, що й *Маунт-Паломар обсерваторія*.

ПАЛОМАРСЬКИЙ ЗОРЯНИЙ АТЛАС — фотографічний атлас північної і частково південної півсфери неба (до схилення $\delta = -33^\circ$).

Містить зорі відповідно до 19 і 20 зоряної величини на 1872 фотографічних пластинках. Фотографування зір виконано у синіх і червоних променях за допомогою *Шмідта телескопа* в *Маунт-Паломар обсерваторії*.

ПАННЕКУК Антоні, Раппекоек А. (1873—1960) — голл. астроном, член Нідерландської королівської АН. У 1921—1946 — директор заснованого ним Астрономічного ін-ту в Амстердамі, в 1925—1941 — професор Амстердамського ун-ту.

Наук. праці стосуються астрофізики, зоряної астрономії, історії астрономії. Один із перших застосував іонізаційну формулу Саха до зоряних атмосфер, 1928 разом з *М. Міннартом* виконав перший кількісний аналіз спектра сонячного спалаху. Запропонував метод визначення відстаней до темних туманностей (1920). Автор широко відомої «Історії астрономії» (1951).

ПАНСПЕРМІЯ (грец. *παν* — все, *σπέρμα* — насіння) — гіпотеза про занесення зародків живих істот на *Землю* з космосу *метеоритами* або під дією світлового тиску.

Гіпотезу П. висловив уперше 1865 нім. учений Г. Ріхтер. Після з'ясування згубної дії радіації та *космічних променів* на біол. об'єкти гіпотеза П. втратила своє значення.

ПАРАДОКС БЛИЗНЯТ (від грец. *παράδοξος* — несподіваний, дивний) — ілюстрація відомого *парадоксу годинників* спеціальної теорії відносності, суть якого полягає в тому, що покази двох попередньо синхронізованих годинників, з яких один перебував у стані спокою,

тоді як ін. рухався по замкнутому шляху, не збігаються. Відповідно до цього, вік двох близнят, які зустрілися після повернення одного з них із косм. польоту, виявиться різним — мандрівник буде молодшим унаслідок ефекту сповільнення часу в системі, що рухається.

П. б. дасть змогу проводити міжзоряні *космічні польоти* протягом життя однієї людини.

ПАРАДОКС ВІРІАЛЬНИЙ — див. *Віріальний парадокс*.

ПАРАДОКС ГОДИННИКІВ (від грец. *παράδοξος* — несподіваний, дивний) — наслідок спеціальної теорії відносності, за яким серед нескінченної кількості можливих інерціальних систем, що рухаються зі сталими швидкостями, не можна вибрати важливішу. З цього погляду, темп перебігу часу в рухомій системі координат сповільнюється пропорційно до $(1-v^2/c^2)^{-1/2}$, де v — швидкість руху; c — швидкість світла. Внаслідок цього тривалість локалізованого процесу, виміряна за попередньо синхронізованими годинниками, що рухаються з різними швидкостями, виявиться різною. Отже, за цією теорією, не можна абсолютним способом визначити тривалість будь-якого процесу, тоді як зі звичного погляду для кожного явища вона повинна мати цілком певне значення.

Експерим. перевірити П. г. можна за допомогою *штучних супутників Землі*.

ПАРАДОКС ГРАВІТАЦІЙНИЙ — див. *Гравітаційний парадокс*.

«ПАРАД ПЛАНЕТ» — рідкісне астр. явище, коли всі *планети Сонячної системи* розташовані на одній прямій і по один бік від *Сонця*.

«П. п.» відбувається один раз за 179 років і спричинює макс. припливний ефект на Сонці, внаслідок чого посилюється *сонячна активність*, зростають потоки корпускулярних частинок, які досягають *Землі*, що, відповідно, призводить до збудження земної *атмосфери* і виникнення непрогнозованих катаклізмів. Зокрема, у зв'язку з очікуваним у 1982 «П. п.» такий прогноз підготували Дж. Гріббін і С. Плейджмен.

Тим часом за припливною теорією доведено, що під час розрахунків впливу на Сонце треба брати до уваги тільки *Меркурій, Венеру, Землю і Юпітер*. А

розташування цих планет по один бік від Сонця і на одній прямій — явище не настільки рідкісне, як «П. п.», однак воно аж ніяк не призводить до катастрофічних наслідків на Землі.

ПАРАЛАКС (грец. *παράλλαξις* — відхилення) — явище видимого зміщення тіла (предмета) на тлі віддаленіших тіл у випадку зміщення спостерігача (те ж саме — паралактичне зміщення). Паралактичне зміщення об'єкта пов'язане з відстанню до нього простим тригонометричним співвідношенням. Тому явище П. застосовують для визначення відстаней до об'єктів, якщо прямими методами (напр., вимірювальною стрічкою) їх виміряти не можна (див. *Паралакс тригонометричний*). В *астрономії* П. — це зміна видимих *небесних координат* світил унаслідок зміни положення спостерігача в просторі, пропорційне до відстані світила від спостерігача. Відомо, що відстані до косм. тіл, які досліджують в астрономії (*зорі, планети* тощо) дуже великі, проте під час точних спостережень багатьох із них (найближчі *зорі, Сонце, Місяць, планети*) паралактичні зміни координат помітні, і їх треба враховувати.

В астрономії сформульовані такі закономірності паралактичного зміщення небесних світил (так звані закони паралактичного зміщення).

1. Паралактичне зміщення світила на небесній сфері відбувається вздовж *великого кола*, проведеного через *апекс* зміщення спостерігача та початкове положення світила.

2. Паралактичне зміщення віддаляє світило від апекса.

3. Кут паралактичного зміщення ζ визначають за формулою

$$\operatorname{tg} \zeta = (\rho / \Delta) \sin \gamma / (1 - (\rho / \Delta) \cos \gamma);$$

де ρ — базис зміщення спостерігача; Δ — відстань до світила; γ — кутова відстань світила від апекса.

Якщо зміна координат небесного об'єкта зумовлена зміною положення в просторі спостерігача внаслідок добового *обертання Землі*, то тоді П. називають *добовим П.* (добовий П. можна помітити, напр., вимірюючи *схилення та пряме піднесення* планет звечора та наприкінці ночі). В цьому разі П. називають кут, під яким з небесного тіла спостерігають радіус *Землі* як базис спостережень. Як звичайно, для визначення

добового П. використовують *екваторіальний радіус Землі*, і відповідно, добовий П. називають *екваторіальним*. Екваторіальний П. змінюється зі зміною *висоти* світила і найбільшого значення досягає, коли світило перебуває на *горизонті*. Тоді П. називають *горизонт. екваторіальним П.*

Добовий П. світил вимірюють для визначення відстаней до найближчих світил (*Сонце, Місяць, планети, астероїди*). Екваторіальний П. враховують у разі переходу від *геоцентричних координат* до *топоцентричних* і навпаки. Екваторіальні П. дуже малі. Зокрема, для Сонця *горизонт. екваторіальний П.* дорівнює $8.79''$, у Місяця в середньому *екваторіальний П.* — $57'$, для планет *екваторіальний П.* менше $1'$, а в найближчих зір *екваторіальні горизонт. П.* менше $5 \cdot 10^{-5}''$ (див. *Паралакс Сонця*).

Зміну координат світила, спричинену зміною положення Землі в просторі внаслідок її *орбітального руху* навколо Сонця, називають *річним П.* Тобто *річний П.* світила — це кут, під яким з цього світила видно середній радіус *земної орбіти*. *Річний П.* ще називають *П. тригонометричним*. Вимірювання *річних П.* зір є найточнішим методом вимірювань відстаней приблизно до 100 *парсеків* та взяте за основу *шкали відстаней*. *Річний П.* $\sin \pi \approx a / D$, де a — середній радіус орбіти Землі, *астрономічна одиниця*; D — відстань до зорі. *Річні П.* зір дуже малі. Зокрема, для найближчих зір вони мають такі значення: у *Центавра* $\pi \approx 0.76''$, у *Барнарда зорі* $\pi \approx 1.552''$, у *Сіріуса* $\pi \approx 0.377''$. Вже визначено *річні П.* понад 6.5 тис. зір.

Зміну координат світила, спричинену рухом Сонця та *Сонячної системи* відносно *ближчих зір*, називають *віковим П.* Його визначають як *кутову відстань*, на яку зміщується світило за один рік унаслідок руху Сонця у *напрямі до апекса Сонця*. Якщо r — відстань зорі від Сонця; d — довжина шляху, пройденого Сонцем за рік, то значення *вікового П.* в радіанах

$$\pi_C \approx d / r \approx e / \sin \lambda;$$

де e — *паралактичне кутове зміщення зорі на небі, рад*; λ — *кутова відстань зорі від апекса Сонця*; або в секундах дуги:

$$\pi_C'' \approx e'' \sin 1'' / \sin \lambda.$$

Віковий П. пов'язаний із річним П. простим співвідношенням:

$$\pi_C'' \approx 4.1\pi'';$$

де 4.1 а.о. — шлях, який проходить Сонце за рік. Для визначення вікового П. вивчають *власні рухи* зір у певним чином вибраній групі зір і обчислюють середній віковий П. для заданої групи, або *П. статистичний*.

Вікові та статистичні П. теж використовують для визначення відстаней до зір, причому приблизно в 10 разів більших, ніж за річними П., тобто до 500—1000 пк.

Оскільки П. світил пов'язані з відстанями до них, то в астрономії вимірювання відстаней до небесних тіл, не пов'язані безпосередньо з визначеннями тригонометричних П., часто називають вимірюваннями П. У зв'язку з цим, напр., вводять поняття групового П. Якщо в зоряному скупченні (див. *Розсіяні скупчення*) власні рухи зір мають напрям до певної точки, яку називають радіантом (це т. зв. рухомі скупчення), то можна точно визначити відстані до окремих зір цього скупчення, а звідси і їхні П., що й називають груповими П. Для цього досить виміряти *променеву швидкість* хоч би однієї зорі скупчення. Тоді відстань до зорі:

$$r = vs \sin \alpha / (4.74\mu),$$

де v — просторова швидкість зорі відносно Сонця, $\text{км} \cdot \text{с}^{-1}$ (складається з променевої швидкості та *тангенціальної швидкості*); α — кут між напрямками на радіант скупчення та на зорю; μ — власний рух зорі в секундах дуги. Крім того, застосовують ще поняття *паралакс динамічний*, *паралакс спектральний* (фотометр.), див. також *Паралакс рефракційний*, *Паралакс Сонця*.

ПАРАЛАКС ДИНАМІЧНИЙ — *паралакс*, обчислений за характеристиками *подвійних систем*, визначеними зі спостережень. За допомогою спостережень визначають кутову відстань між компонентами подвійної зорі та період обертання їх навколо центра мас. Зі співвідношення між цими елементами, за третім *Кеплера законом* П. д. у секундах дуги обчислюють так:

$$\pi'' = a'' / [(m_1 + m_2)P^2]^{-1/3},$$

де a'' — кутова відстань між зорями в парі; P — період обертання, *роки*; m_1 , m_2 — *маси* компонентів, *одиниці маси Сонця*. Оскільки з наведеної формули

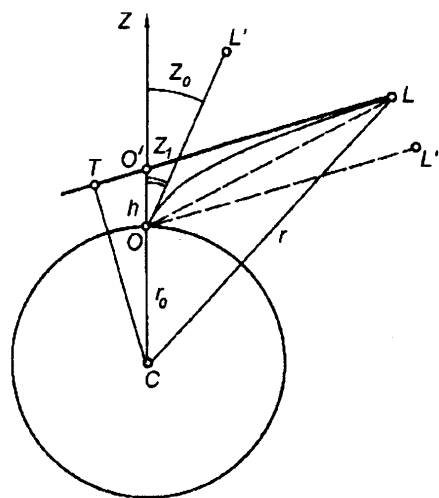
видно, що π'' мало залежить від мас компонент подвійної зорі, то можна прийняти $m_1 \approx m_2 \approx 1$.

П. д. дають змогу визначати відстані до віддаленіших зір, ніж *паралакси тригонометричні*. Виміряно вже понад 3 тис. П. д.

ПАРАЛАКС РЕФРАКЦІЙНИЙ, *паралактична рефракція* — зміна *зенітної відстані* z світила внаслідок зміщення спостерігача за висотою h (рис.). П. р. ξ можна обчислити за формулою

$$\xi = z_1 - z = \pi (n_0 \sin z_0 - \sin z_1),$$

де z_1 — *зенітна відстань* світила, виправлена з урахуванням *рефракції* світла в *атмосфері* ρ , а саме: $z_1 = z_0 + \rho$, де z_0 — *видима зенітна відстань* світила; z — *справжня зенітна відстань* світила; π — *горизонт. екваторіальний паралакс* світила; n_0 — *показник заломлення* повітря в точці спостережень при *температурі* 263 К та *тиску* 1.6 кПа: $n_0 = 1.000283$. Для світила на *горизонті* $\xi_r = 0.00035\pi_r$. Для Місяця $\pi_r = 57'03''$, а П. р. досягає 1.2".



Рефракційний паралакс

ПАРАЛАКС СОНЦЯ — кут, під яким із середньої відстані *Сонця* видно *екваторіальний радіус Землі* (див. *Паралакс*). Перед використанням радіолокаційних методів визначення відстаней до *планет* числове значення П. С. було однією з найважливіших *фундаментальних астрономічних сталих*, тому що разом із виміряним *екваторіальним радіусом Землі* П. С. дає значення *астрономічної одиниці* в кілометрах. Розрізняють такі методи визначення П. С.: *геом.*, *динамічні* та *фіз.* Геом. методи ґрунтуються на точних *астрометр. вимірюваннях* положень планет відносно *зір*; *динамічні* — на вивченні *збурень*

руху планет та Місяця, спричинених тяжінням ін. небесних тіл; фіз. — на співвідношенні між середньою швидкістю Землі по орбіті ($29.765 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$) та величиною піввіссю її орбіти.

У системі астр. сталих, прийнятій Міжнародним астрономічним союзом у 1976, П. С. є похідною сталою і $\pi = \arcsin(R_e/A) = 8.794148''$, де R_e — екваторіальний радіус Землі; A — астр. одиниця.

ПАРАЛАКС СПЕКТРАЛЬНИЙ, фотометричний паралакс — паралакс зорі, визначений зі співвідношення між її зоряною величиною видимою m і зоряною величиною абсолютною M :

$$M = m + 5 + 5 \lg \pi$$

де π — шукане значення П. с. у секундах дуги. У цьому випадку для визначення M використовують деякі особливості в спектрах зір (див. *Спектр*) різних спектральних класів і світності класів та їхній зв'язок із абсолютною зоряною величиною. Найточніше M для зір усіх спектр. класів обчислюють за емпірично визначеними співвідношеннями між інтенсивностями пар спектральних ліній, чутливих до зміни температури або прискорення вільного падіння в атмосферах зір. Напр., це відношення інтенсивностей пар ліній D (412.5/425.0 нм; 434.5/441.5 нм; 440.8/441.5 нм; 445.6/446.2 нм; 445.6/449.5 нм), які дають змогу обчислити візуальну абсолютну зоряну величину (див. *Зоряна величина візуальна*) за такими формулами (за даними *Маунт-Вілсон обсерваторії*):

$$M_V = 5.6 - 1.6D \text{ (для класів F8—G6);}$$

$$M_V = 6.8 - 1.8D \text{ (для класів G6—K9).}$$

Для ранніх класів В—А визначена емпірична залежність між абсолютною зоряною величиною і еквівалентними ширинами спектр. ліній водню, а також співвідношення між абсолютною зоряною величиною та величиною стрибка інтенсивності біля межі *Бальмера серії* ліній поглинання водню (див. *Бальмерівський декремент*, *Бальмерівський стрибок*).

Визначено вже декілька десятків тисяч П. с. Точність визначення П. с. до $0.05''$ значно нижча, ніж точність визначення паралаксів тригонометричних, однак для віддаленіших зір П. с. визначають точніше, ніж тригонометричні.

Див. також *Спектр-світність діаграма*, *Показник кольору*.

ПАРАЛАКС СТАТИСТИЧНИЙ

— кут, що визначає середнє паралактичне зміщення (див. *Паралакс*) вибраної групи зір (те ж саме, що й середній віковий паралакс). У цьому випадку зорі групують за зоряними величинами видимими, за спектральними класами, за галактичними зонами (див. *Галактика*) тощо. Далі використовують власні рухи зір у групі. Оскільки від паралактичного зміщення зорі залежить проєкція її власного руху (див. *Власні рухи*) на напрям до *апекса Сонця*, то визначають ці проєкції для власних рухів усіх зір у групі та усереднюють їх, вилучаючи таким чином *пекулярні рухи зір*. У підсумку П. с. обчислюють за формулою

$$P = \Sigma \mu_i \sin \lambda_i / \Sigma \sin \lambda_i,$$

де μ_i — проєкція власного руху i -ї зорі на напрям до *апекса Сонця*; λ_i — кутова відстань i -ї зорі від *апекса Сонця*. За визначенням П. с. групи зір обчислюють також середній *паралакс тригонометричний* (або ж річний паралакс) цієї групи зір:

$$\pi = (4.74/V_C) P \approx 4.1P,$$

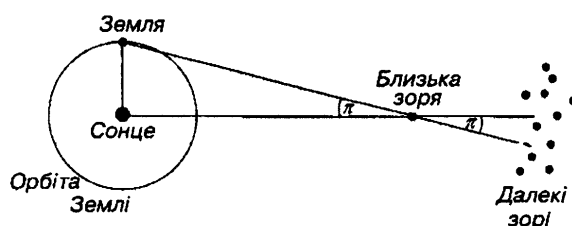
де $V_C \approx 19.5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ — швидкість руху *Сонця* у напрямі до *апекса*.

П. с. використовують для вивчення структури Галактики та її руху.

ПАРАЛАКС ТРИГОНОМЕТРИЧНИЙ — видима зміна положення небесного тіла внаслідок переміщення спостерігача в напрямі, перпендикулярному до напрямку на небесне тіло.

П. т. — це кут між гіпотенузою та великим катетом у прямокутному трикутнику; гіпотенуза дорівнює відстані до небесного тіла, а малий катет — половині зміщення спостерігача. В *астрономії* розрізняють добовий, річний та віковий П. т.

Добовий П. т. зумовлений зміщенням спостерігача внаслідок *обертання Землі*, у цьому випадку малий катет дорівнює радіусу *Землі*.



Паралакс тригонометричний річний

Річний П. т. виникає внаслідок переміщення спостерігача під час руху навколо Сонця, в цьому випадку малий катет дорівнює півосі орбіти Землі.

Віковий П. т. є наслідком переміщення спостерігача, що зумовлене рухом Сонця навколо центра нашої Галактики, у цьому разі малий катет дорівнює проекції половини шляху, що проходить Сонце відносно найближчих зір за рік у напрямі, перпендикулярному до напрямку на небесне тіло (рис.).

На підставі вимірювань річних П. т. визначають відстані до зір, проте річні П. т. зір малі, і їх обчислюють тільки для найближчих зір (відстані 1 пк відповідає П. т. 1"). П. т. є в основі шкали відстаней.

ПАРАЛАКТИЧНА РЕФРАКЦІЯ — див. *Паралакс рефракційний*.

ПАРАЛАКТИЧНИЙ КУТ — кут при небесному світилі в *паралактичному трикутнику*. Для спостерігача, що перебуває в центрі небесної сфери, П. к. відлічують від напрямку на полюс світу (тобто від кола схилень світила) проти руху годинникової стрілки (тобто у напрямі на схід).

ПАРАЛАКТИЧНИЙ РУХ (зір) — складова власного руху зір, зумовлена рухом Сонячної системи відносно цих зір (див. *Паралакс*). Вектор П. р. спрямований до *антиапекса Сонця*. Див. також *Пекулярні рухи*, *Променева швидкість*, *Тангенціальна швидкість*.

ПАРАЛАКТИЧНИЙ ТРИКУТНИК — сферичний трикутник на небесній сфері з вершинами в полюсі світу P , z — *зеніті* місця спостереження і заданій точці на небесній сфері (як звичайно, в центрі видимого диска якогось світила). Застосування до П. т. формул сферичної тригонометрії дає змогу обчислювати екваторіальні координати світила α (*пряме піднесення*, у співвідношення входить годинний кут t як $t = s - \alpha$, де s — зоряний час на момент спостереження) і δ (*схилення*) за вимірними горизонт. координатами A (*азимут*) та z (*зенітна відстань*) цього світила, або ж за вимірними екваторіальними координатами світила визначати його горизонт. координати:

$$\begin{aligned}\cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t ; \\ \sin z \cos A &= -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t ; \\ \sin z \sin A &= \cos \delta \sin t ,\end{aligned}$$

де φ — *широта* місця спостережень на земній поверхні.

П. т. застосовують також для обчислення моментів часу та азимутів точок сходу небесного світила та заходу небесного світила, моментів настання *присмерків* та ін.

ПАРАЛЕЛЬ ЗЕМНА — лінія перерізу поверхні земної кулі площиною, яка паралельна до *екватора земного*.

Усі точки, що лежать на одній П. з., мають однакову геогр. *широту*.

ПАРАЛЕЛЬ НЕБЕСНА, *добова паралель* — мале коло *небесної сфери*, площина якого паралельна до площини *екватора небесного*.

П. н. — це шлях, який проходить точка небесної сфери внаслідок її видимого добового обертання навколо *осі світу*.

ПАРАМЕТР СПОВІЛЬНЕННЯ —

1. Величина, що характеризує темп сповільнення обертання *пульсара* $d\omega/dt = -A\omega^n$, де П. с. $n = \omega \ddot{\omega} / \dot{\omega}^2$. Для пульсара в *Крабоподібній туманності* П. с. дорівнює $422.69 \cdot 10^{-15}$ — найбільше з відомих дотепер значень (це наймолодший пульсар (~2500 років), його період подвоюється кожні 2000 років), найменше значення П. с. — $0.15 \cdot 10^{-15}$.

2. Безрозмірна величина q_0 , що описує швидкість, з якою розширення *Всесвіту* сповільнюється внаслідок самогравітації: $q_0 = R\ddot{R} / \dot{R}^2$, де R — масштабний фактор — функція часу, що описує закон, за яким змінюється з часом відстань між двома будь-якими точками (об'єктами) у Всесвіті. П. с. визначена густиною речовини у Всесвіті ρ :

$$(dR / dt)^2 = (8\pi / 3)GR^2\rho - k + (1/3)\Lambda R^2,$$

де G — *гравітаційна стала*; k — стала, що описує тип *космологічної моделі*; Λ — *космологічна стала*, якою враховують можливу (і постульовану *А. Ейнштейном*) наявність у світі додаткової сили (крім сили тяжіння). Якщо $\Lambda > 0$, то це сила відштовхування, якщо $\Lambda < 0$ — сила притягання. При $k=0$ (відкритий Евклідов простір) і $\Lambda=0$ рівняння має точний розв'язок $R(t) = [6\pi G\rho(t_0)]^{1/3} t^{2/3}$. П. с. у будь-який момент часу $q_0=1/2$, тобто розширення Всесвіту відбувається зі сповільненням. При $\Lambda > 0$ і $k=0$ масштабний фактор є експоненціальною

функцією часу $R(t) = \text{const} \cdot e^{Ht} (q_0 = -1)$. У цьому випадку густина речовини, незважаючи на розширення Всесвіту, підтримується сталою за рахунок безперервного творення її з особливого «енергетичного поля» (див. *Стаціонарної Всесвіту модель*). При $q_0 < +1/2$ Всесвіт незамкнутий, при $q_0 > +1/2$ розширення Всесвіту сповільнюється і врешті-решт він починає стискуватися.

ПАРАМЕТРИ ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ

— величини, які описують обертання міжнародної *земної системи координат* відносно міжнародної *небесної системи відліку*: x , y — координати полюса Землі, точність визначення $\pm 0.001''$; UT1 — *всесвітній час* (з похибкою ± 0.001 с). Зі спостережень визначають x , y та UT1–TAI (або UT1–UTC), де TAI — *міжнародний атомний час*; UTC — *всесвітній координований час*. П. о. З. визначає *Міжнародна служба обертання Землі*, їх друкують у відповідних бюлетенях і передають електронною поштою.

ПАРАМЕТРИ ОРІЄНТАЦІЇ ЗЕМЛІ

— сукупність відомостей про *параметри обертання Землі* та відхилень ефемеридного небесного полюса від положення, що визначене теорією *прецесії та нутації* ($\delta\Delta\epsilon$, $\delta\Delta\psi$).

ПАРАПЕГМА (грец. *παράπηγμα* — прикріплюю, приколюю) — давньогрец. *календар*, що мав форму витесаного з каменя куба, на кожній стороні якого було вирізьблено по дві таблиці (усього цих таблиць було 12) з такими текстами: «Арктур у вечірніх присмерках сходить», «Лев на світанку заходить» і т. д.

Загалом, отже, у цих таблицях було розписано зміну вигляду зоряного неба упродовж року, точніше, зазначено моменти *геліакічних сходів зорі* та *акронічних сходів зорі*, геліакічних та косм. заходів найяскравіших зір неба, що й використовували давні народи для визначення моментів початку тих чи ін. сільськогосподарських робіт. Водночас поряд з цими текстами (ліворуч від кожного з них, а також у проміжках між ними) на П. зроблено отвори, по 61 на кожній стороні куба і 366 у цілому. У ці отвори вставляли штифти, на головках яких були проставлені числа від 1 до 30, від 1 до 29, від 1 до 30, тобто числа місяців *місячно-сонячного календаря*.

Отвори, у які вставляли штифти з числом 1 (їх на кожній з шести таблиць було двічі по 19) позолочували. Можливо, поряд зазначали, в якому році 19-річного *метонового циклу* саме з цього отвору починали лічбу днів календарного місяця. Отже, П. — це поєднання двох типів календарів, і її можна було використовувати упродовж декількох століть (після чого доводилося вводити корекцію за рахунок неточності метонового циклу) для визначення дат тих чи ін. свят, як і для визначення моментів проведення тих чи ін. польових робіт.

ПАРАСЕЛЕНИ — яскраві круглі плями на небосхилі, утворені світлом *Місяця* (з одного чи обох боків місячного диска) (див. «*Несправжнє Сонце*»).

ПАРГЕЛІЙ — те ж саме, що й «*несправжнє Сонце*».

ПАРГЕЛІЧНЕ КОЛО — вузька біла смуга на денному небі, що проходить паралельно до *горизонту* на висоті *Сонця*. Інколи видно все коло, однак частіше можна спостерігати його частини, що починаються від «*несправжнього Сонця*». П. к. — наслідок відбивання сонячних променів від льодяних кристалів; одна з форм *гало*.

ПАРЕНАГО Павло Петрович (1906—1960) — рос. астроном, чл.-кор. АН СРСР. З 1932 працював у Державному астр. ін-ті ім. П. К. Штернберга, з 1938 — професор Московського ун-ту.

Наук. праці присвячені вивченню будови Галактики, дослідженню структури і динаміки зоряних систем, вивченню змінних зір. Разом з Б. В. Кукаркіним розвинув уявлення про зоряні підсистеми Галактики. Розробив методи визначення функції світності й оцінювання повної кількості зір у галактичних підсистемах, запропонував теорію гравітаційного потенціалу Галактики.

ПАРИЗЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ (Observatoire de Paris) — перша державна *астрономічна обсерваторія* в Європі, заснована 1667 (будівництво було розпочато з ініціативи Ж. Пікара і тривало до 1671). Розташована у Парижі (Франція) ($\lambda = +2^\circ 20.2'$; $\varphi = +48^\circ 50.2'$; $h = 67$ м). У 1926 до П. о. приєднано *Медонську обсерваторію*, а пізніше — *радіоастр. обсерваторію* у м. Нансі ($\lambda = +2^\circ 11.8'$; $\varphi = +47^\circ 22.8'$; $h = 150$ м). При П. о. працювало *Міжнародне бюро часу*

(від 1988 — *Міжнародна служба обертання Землі*).

Гол. дослідження: в галузі фізики Сонця, астрофізики, вивчення обертання Землі, радіоастрономія, астр. приладобудування.

Гол. інструменти: 100- та 60-см рефлектори, призмова астролябія А. Данжона, заплановано встановити 367-см рефлектор. У Нансі є радіотелескоп з антенною 200×40 м для дециметрових хвиль і радіоінтерферометри з базами в 1.6 і 0.8 км.

ПАРІЙСЬКИЙ Юрій Миколайович (нар. 1932) — рос. астроном, чл.-кор. РАН (1979). Працює в Спеціальній астрофіз. обсерваторії РАН.

Наук. праці стосуються радіоастрономії, фізики косм. джерел радіовипромінювання, побудови радіотелескопів.

ПАРКЕР Юджин Ньюмен, Parker E. N. (нар. 1927) — амер. астроном, член Нац. АН США (1967). Професор фізики та астрономії Чиказького ун-ту.

Наук. праці присвячені фізиці плазми, її пристосуванню до проблем астро- і геофізики.

ПАРКЕРА НЕСТІЙКІСТЬ — різновид *Релея—Тейлора нестійкості*.

ПАРКСЬКА РАДІОАСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ, Національна радіоастрономічна обсерваторія Австралії (Australian National Radio Observatory) — радіоастр. обсерваторія, заснована 1961. Розташована у Новому Південному Уелсі (Австралія) ($\lambda = +148^\circ 15.7'$; $\varphi = -33^\circ 00.0'$; $h = 392$ м).

Гол. дослідження: галактична і позагалактична астрономія.

Гол. інструменти: 64-м параболоїд для довжин хвиль до кількох сантиметрів, який може працювати з 20-м рухомим параболоїдом.

ПАРНИКОВИЙ ЕФЕКТ (в атмосферах планет) — підвищення температури нижніх шарів атмосфери планети та її поверхні, зумовлене здатністю атмосфери пропускати випромінювання у видимій ділянці спектра і затримувати та частково відбивати назад до поверхні її інфрачервоне випромінювання. Внаслідок П. е. т-ра поверхні Землі на 40 К вища, ніж вона була б без нього. Ще важливішу роль П. е. відіграє у т-рному режимі на Венері. Для планет-гігантів Юпітера і Сатурна зрачення П. е. невелике, оскільки розсіяний потік соняч-

ної енергії в глибині атмосфери набагато менший від теплового потоку з надр планети. ІЧ випромінювання сильно поглинають молекули CO_2 , H_2O , SO_2 , NH_3 та ін. Чим вищий атмосферний тиск біля поверхні і чим більше молекул, здатних поглинати ІЧ випромінювання, тим сильніший П. е. Його обчислюють як різницю між середньою т-рою поверхні та ефективною температурою планети. Для Венери гол. компонент атмосфери CO_2 , а тиск біля поверхні $91 \cdot 10^5$ Па, тому П. е. дуже великий — $\Delta T = 500$ К. Для Землі $\Delta T = 40$ К за рахунок наявності в атмосфері 0.03% CO_2 та 0.01% H_2O .

П. е. впливає на формування клімату Землі, і тому велике занепокоєння викликає збільшення вмісту CO_2 в атмосфері (3.8% за десятиріччя) внаслідок процесів, пов'язаних з діяльністю людства. На Марсі і Титані (супутник Сатурна) $\Delta T = 3-5$ К.

ПАРСЕК [від *пар(алакс)* і *сек(унда)*] — позасистемна одиниця відстані в астрономії. Позначення міжнародне (лат. шрифтом) — pc, в укр. та в рос. наук.-техн. літературі — пк (гол. рекомендоване позначення) або пс (давніше); 1 пк — це відстань, з якої відрізок завдовжки в 1 астрономічну одиницю, перпендикулярний до променя зору, спостерігають під кутом 1" (або ж це відстань до зорі, паралакс якої дорівнює 1"), звідси походить скорочена назва П.

$1 \text{ пк} = 30.85678 \cdot 10^{12} \text{ км} = 206264.806 \text{ а.о.} = 3.261633 \text{ світлових років}$. 1 кпк = 1000 пк, 1 Мпк = 1 000 000 пк. Найближча до Сонця зоря — Проксима Центавра — має паралакс 0.762", що відповідає відстані в $1/0.762 = 1.32$ пк.

ПАРСОНС Уільям, Parsons W. (лорд Росс), (1800—1867) — ірл. астроном, член Лондонського королівського т-ва.

Спроектував і спорудив у родовому маєтку Бюр-Касл 92- і 182-см рефлектори, які довго були найбільшими телескопами у світі. За допомогою цих телескопів відкрив багато деталей будови туманностей. У 1845 вперше описав спіральну структуру багатьох туманностей.

ПАСАЖНИЙ ІНСТРУМЕНТ (франц. *passage* — *прохід*) — астр. інструмент для визначення моментів проходження небесних світил через *вертикал*.

Встановлюють у площині *меридіана небесного* для отримання зі спостережень *прямих піднесень зір і поправок годинників*. Винайдений у 1689. *О. Ремером*. Складається з астр. труби (діаметр *об'єктива* близько 18 см, *фокусна відстань* до 2 м), яка має горизонт. *вісь обертання*, що опирається на масивні стовпи — фундаменти. В службі часу застосовують переносні П. і. менших розмірів. У *фокальній площині* об'єктива П. і. розташований окулярний мікромметр із сіткою ниток. Під час візуальних спостережень використовують реєструвальний мікромметр, винайдений наприкінці XIX ст. Суттєво підвищив точність спостережень на П. і. запропонований *М. Н. Павловим* і *В. Е. Брандтом* спосіб фотоелектричної реєстрації проходжень зір.

ПАШЕНА СЕРІЯ — *спектральна серія*, що пов'язана з переходами від вищих на третій енергетичний рівень атома водню. П. с. розташована в ІЧ ділянці *спектра*.

ПЕГАС — *сузір'я* Північної півкулі неба. Найяскравіші зорі: α — Маркаб, 2.47^m ; β — Шеат, 2.42^m ; ϵ — Еніф, 2.39^m ; γ — Альгеніб, 2.84^m ; η — Матар, 2.92^m .

Найліпші умови видимості ввечері у листопаді—грудні.

ПЕЙН-ГАПОШКІНА Сесілія Хеліна, Payne-Gaposchkin С. Н. (1900—1979) — амер. астроном. З 1923 працювала в Гарвардському ун-ті, з 1956 — професор.

Наук. праці стосуються фізики зір. Уперше розглянула фіз. умови в атмосферах зір на підставі теорії іонізації і збудження атомів. Побудувала першу шкалу температур, визначила хім. склад зоряних атмосфер. Разом з С. І. Гапошкіним організувала в Гарвардській обсерваторії систематичне вивчення змінних зір, відкрила багато нових змінних.

ПЕКЕР Жан-Клод, Pecquer J.-C. (нар. 1923) — франц. астроном, член Паризької АН. Працював у Паризькій обсерваторії, був директором обсерваторії в Ніцці та Астрофізичного ін-ту Нац. центру наук. досліджень в Парижі.

Гол. наук. праці присвячені фізиці зоряних атмосфер, навколосоряних оболонок та міжзоряного середовища, еволюції галактик, космології.

ПЕКІНСЬКА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ — *астрономічна обсерваторія*, заснована 1154. Була зруйнована ураганом у 1190, відновлена у 1279. Тепера на місці П. а. о. є астр. музей, у якому зібрано велику кількість старовинних астр. інструментів.

ПЕКІНСЬКА УНІВЕРСИТЕТСЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ — обсерваторія Пекінського ун-ту, заснована 1958. Розташована у Пекіні (Китай) ($\lambda=+116^{\circ}19.7'$; $\varphi=+40^{\circ}6.1'$; $h=40$ м). Має спостережні бази у Тяньдзині, Хінг-Лонзі, Ша-Хо.

Гол. дослідження: фотометрія і спектрометрія зір, вивчення структури нашої Галактики, обертання Землі та ін.

Гол. інструменти: 200- та 60-см *рефлектори*, 60/90-см *Шмідта телескоп*, 40-см *астрограф*, *астролябія* Данжона, *зеніт-телескоп*, *радіотелескоп*, що складається з 20 параболічних 9-м *антен*.

ПЕКУЛЯРНА ШВИДКІСТЬ — див. *Швидкість пекулярна*.

ПЕКУЛЯРНИЙ (англ. *peculiar* — особливий) — термін для позначення незвичайних властивостей, особливостей, що не дають змоги класифікувати об'єкт чи явище в рамках існуючих уявлень, моделей, гіпотез. Див. *Галактики пекулярні*, *Пекулярні зорі*, *Швидкості пекулярні*.

ПЕКУЛЯРНІ ГАЛАКТИКИ — див. *галактики пекулярні*.

ПЕКУЛЯРНІ ЗОРІ — зорі, які у *спектрах* мають особливості, що не дають змоги віднести їх до якогось конкретного класу зір у межах зоряної класифікації (див. *Йєрксська класифікація*, *Гарвардська класифікація*).

ПЕКУЛЯРНІ РУХИ (зір) — складові *власних рухів зір*, які зумовлені загальними законами руху зір у *Галактиці*, специфічними особливостями руху зір з певними фіз. характеристиками та закономірностями руху у вибраному об'ємі простору.

Вектор руху зорі у просторі відносно спостерігача, що перебуває в *Сонячній системі*, складається з вектора її П. р. та вектора *паралактичного руху*, зумовленого П. р. *Сонця* у напрямі до *апекса Сонця*. П. р. визначають відносно геом. центра деякої сформованої за певними ознаками групи зір. Цю точку називають центроїдом заданої групи зір. Вектор просторового руху центроїда ви-

браної групи зір складається з вектора його паралактичного руху та усередненого вектора просторового руху зір у групі. Тому П. р. зорі визначають як різницю векторів просторового руху зорі та просторового руху центроїда групи, у якій перебуває ця зоря. З огляду на це П. р. зір ще називають залишковим рухом. Швидкість П. р. називають відповідно *швидкістю пекулярною* (залишковою).

Групи зір для дослідження П. р. вибирають у певному об'ємі простору за якимись ознаками, напр., за *спектральними класами*, за *світністю*, за *блиском*, чи групують *змінні зорі* певного типу, або ж до групи включають усі зорі, що перебувають у заданому об'ємі простору в певній частині Галактики, та за ін. ознаками. Дослідження П. р. зір у різних групах засвідчують, що розподіл векторів П. р. відносно відповідних центроїдів за напрямками близький до хаотичного. Проте є два переважні напрями векторів П. р. виявив *Я. Каптейн* у 1904. Точки на *небесній сфері*, куди переважно спрямовані П. р. зір, він назвав *вертексами*; їхні екваторіальні координати такі: перший вертекс: $\alpha=91^\circ$, $\delta=+13^\circ$; другий вертекс: $\alpha=271^\circ$, $\delta=-13^\circ$. Точніше розподіл П. р. зір за напрямками описує розподіл пекулярних швидкостей, який для різних груп зір можна описати еліпсоїдальним законом (так званий еліпсоїд *Шварцшильда*):

$$u^2/\sigma_1^2 + v^2/\sigma_2^2 + w^2/\sigma_3^2 = 1,$$

де u , v , w — складові пекулярної швидкості зорі в системі прямокутних координат, осі яких спрямовані вздовж гол. осей еліпсоїда; σ_1 , σ_2 , σ_3 , — дисперсії швидкостей уздовж цих осей.

Зі спостережень визначають також напрями осей цих еліпсоїдів у галактичній системі координат. Ці напрями близькі для різних груп зір, причому великі осі еліпсоїдів спрямовані приблизно в бік центра Галактики, середні лежать приблизно в площині Галактики і спрямовані в напрямі її обертання, а малі осі спрямовані приблизно до *Північного полюса Галактики*. Співвідношення між цими осями для більшості еліпсоїдів становить приблизно 1:0.3:0.50 (або 8:5:4). Однак якщо дисперсії пекулярних швидкостей у якійсь групі більші, то їхній розподіл ближчий до сферичного. Крім того, розміри цих осей дуже

відрізняються для різних груп зір зі збереженням наведеного співвідношення між ними. Виявлено також, що великі осі еліпсоїдів спрямовані не точно на центр Галактики, а відхилені від цього напрямку приблизно на $10-20^\circ$ для різних груп зір. Це відхилення називають відхиленням вертекса. Воно більше для зір більшої світності (тобто для молодих зір) і менше для зір з меншою світністю (для старих зір).

П. р. Сонця визначений відносно двох центроїдів. П. р. Сонця стосовно центроїда зір, які мають видимий блиск до $5-6^m$, називають стандартним рухом Сонця у напрямі до стандартного *апекса* зі швидкістю $19.7 \pm 0.5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. П. р. Сонця відносно центроїда 50 найближчих зір називають його гол. рухом, швидкість якого становить $15.5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Іноді цей центроїд називають *місцевим стандартом спокою*.

ПЕНЗІАС Арно Елан, Penzias A. A. (нар. 1933) — амер. радіофізик і астроном, член Нац. АН США (1975). Професор Принстонського ун-ту та ун-ту штату Нью-Йорк у Стоун-Брук.

Наук. праці стосуються фізики атмосфери, радіоастрономії. Лауреат Нобелівської премії з фізики (разом з *Р. Уїлсоном*, 1978).

ПЕРВИННІ КОСМІЧНІ ПРОМЕНІ

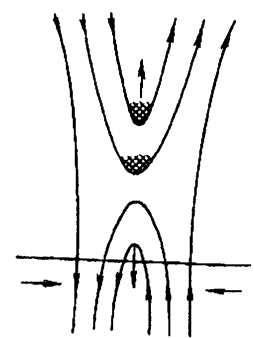
— *космічні промені*, що потрапляють у верхню *атмосферу Землі* з навколишнього простору.

ПЕРЕЗАМИКАННЯ (магнітних силових ліній) — процес, під час якого дві протилежно напрямлені силові лінії магнітного поля наближаються одна до одної в нейтральній зоні, а потім завдяки аномально низькій провідності плазми анігілюють, утворюючи дві петлі (див. рис. і *Спалах сонячний*).

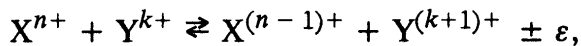
ПЕРЕЗАРЯДЖЕННЯ РЕАКЦІЇ

— реакції, суть яких полягає в обміні зарядом між двома частинками, що взаємодіють, — іонами, атомами, молекулами.

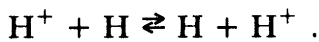
Для П. р. між атомами і (або) іонами використовують таку форму запису:



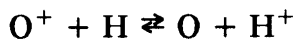
Перезамикання магнітних силових ліній у разі утворення корональних петель



де X і Y — дві частинки, що взаємодіють; $n, k, n-1, k+1$ — заряди частинок; ε — кількість енергії, яка поглинається або виділяється під час реакції. Переріз реакції зростає зі зменшенням ε . Найбільший переріз мають реакції між атомами і (або) іонами одного й того ж елемента, напр., водню:



Потенціал іонізації кисню (13.62 еВ) мало відрізняється від потенціалу іонізації водню (13.60 еВ), тому П. р.



також мають великий переріз.

П. р. можуть впливати на результати відносного вмісту деяких атомів та іонів у газових *туманностях*.

ПЕРЕК Любош, Persek L. (нар. 1919) — чеськ. астроном, чл.-кор. Чеської АН. Працює в Астрономічному ін-ті Чеської АН.

Наук. праці стосуються зоряної динаміки та вивчення планетарних туманностей.

ПЕРЕНЕСЕННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ, перенесення енергії — явище передавання енергії, зокрема світлової, від одного шару речовини до ін. В умовах, типових для надр і *атмосфер зір*, ефективні три механізми П. в.: променисте; конвективне; електронної теплопровідності. Енергія в надрах зір виділяється внаслідок *термоядерних реакцій*. Первинний квант енергії, який у цьому разі виникає, — це жорсткий квант гамма-випромінювання з довжиною хвилі близько 0.1 пм. Унаслідок процесів поглинання і перевипромінювання кванти поступово (з характерним часом кілька десятків мільйонів років) дифундують до поверхні зорі, причому з кожного початкового γ -кванта утворюється кілька мільйонів квантів видимого світла. Це — променисте П. в. Для певних співвідношень між потоком енергії, густиною і *температурою* речовини, через яку цей потік просочується, особливо у випадку певного стану іонізації речовини, променисте П. в. не забезпечує транспортування енергії, яка надходить до межі шару. Тоді виникає *конвекція* — П. в. потоком речовини. Саме конвекція переносить енергію в зовн. (товщиною близько 100 000 км) шарі *Сонця*. Механізм електронної теплопровідності (енергія передається за

рахунок зіткнень електронів) ефективний лише в надрах *білих карликів*.

ПЕРЕПЬОЛКІН Євген Якович (1906—1938) — рос. астроном. З 1929 працював у Пулковській обсерваторії (з 1934 — професор).

Наук. праці стосуються сонячної фізики. Заклав початки систематичних досліджень Сонця як у Пулкові, так і в СРСР взагалі. Був ініціатором організації служби Сонця в СРСР і очолював її (1932). Брав участь у створенні перших в СРСР сонячних приладів.

ПЕРЕХІДНИЙ ШАР — вузький шар в *атмосфері Сонця*, що розділяє *сонячну хромосферу* та *сонячну корону*, в якому *температура* змінюється від хромосферних значень, що не перевищують 10^4 К, до т-ри внутр. корони. Спостерігають П. ш. головню в лініях крайнього УФ *випромінювання*. Він, найвірогідніше, не є статичним горизонт. шаром, а складається з множини динамічних тонких оболонок навколо холодних *спікул*, що безперервно проникають у корональну плазму. Крім *спікул*, у П. ш. простежуються надзвукові потоки й невеликі вибухи, тоді як високошвидкісні викиди — «спайки», що за формою нагадують шипи, «вклинюються» в корону вище макроспікул. Типові моделі П. ш. дають товщину зони переходу для температур від $3 \cdot 10^4$ до $3 \cdot 10^5$ К лише 30 км, а для температур від $2 \cdot 10^5$ до 10^6 К — 2 500 км.

Середня висота рівня з т-рою 10^5 К для спокійних зон становить $1\,700 \pm 800$ км. Для шарів, що містять полярні *корональні порожнини*, вона виявляється значно більшою — 8 000 км. В *активних ділянках* т-рний градієнт при таких т-рах у 5 разів більший, ніж у спокійних, тоді як безпосередньо над *сонячними плямами* при $T_e \approx 5 \cdot 10^4$ К він у 10 разів менший, ніж над *флюкулами*. Густина над плямами теж нижча. У П. ш. напруженість *магнітного поля Сонця* близька до нуля. Звичайно він розміщений між ділянками протилежної магнітної полярності.

ПЕРИГЕЙ (грец. *пері* — навколо, *γῆ* — Земля) — точка орбіти штучного супутника Землі або *Місяця*, найближча до *Землі* (порівн. *Апогей*).

ПЕРИГЕЛІЙ (грец. *пері* — навколо, *ἥλιος* — Сонце) — найближча до *Сонця* точка орбіти небесного тіла, яке обер-

тається навколо Сонця. Віддаленість П. від центра Сонця називають перигелійною відстанню. Для *Землі* в «га д«рив'ює 147 »г. » («рив'. *Афеї*“).

ПЕРИЦЕНТР (грец. *περι* — навколо, *κεντρον* — осереддя) — точка на еліптичній орбіті, для якої радіус-вектор одного з тіл, проведений з центра мас, має найменше значення. Якщо центр. тілом є *Земля*, то це *перигей*, *Сонце* — *перигелій*, *зоря* — *періастр*, *Місяць* — *периселеній*, *Юпітер* — *перийовій* і т. д.
ПЕРІАПСИС — точка орбіти супутника, в якій він найближче підходить до свого центр. тіла.

ПЕРІАСТР (грец. *περι* — навколо, *ἀστρον* — зоря) — точка орбіти одної з компонент *подвійної системи*, у якій вона перебуває на найкоротшій відстані від ін. компонента.

ПЕРІОД ОБЕРТАННЯ — проміжок часу, протягом якого небесне тіло робить повний оберт на орбіті.

Залежно від вибору точки, відносно якої ведуть відлік обертів небесного тіла, розрізняють *драконічний період обертання* (точка відліку — висхідний вузол орбіти), *аномалістичний період обертання* (точка відліку — *перигелій* у випадку руху навколо *Сонця* або *перигей* під час руху навколо *Землі*) і деякі ін.

Унаслідок збурень (див. *Збурення орбіт небесних тіл*) орбіти небесних тіл безперервно змінюються, тому П. о. одного і того ж тіла, що обчислюють від різних точок, можуть відрізнятись між собою.

У випадку незбуреної орбіти значення всіх П. о. для небесного тіла збігаються.
ПЕРІОД—СВІТНІСТЬ ЗАЛЕЖНІСТЬ — залежність між періодом зміни блиску і середньою за період *світністю*, яка є у деяких типів *пульсуючих змінних зір*.

Найвідомішою є П.—с. з. для *цефеїд класичних*, яку використовують для визначення відстаней до близьких *галактик*, оскільки завдяки високим світностям (з періодом 50 діб візуальна світність класичних *цефеїд* сягає $2 \cdot 10^4 L_{\odot}$) їх можна спостерігати не тільки в нашій *Галактиці*, а й у багатьох ін. П.—с. з. дає змогу за періодом зміни блиску, який досить легко визначають зі спостережень, обчислити світність (або *зоряну величину абсолютну*) зорі. Порівняння

зоряної величини видимої та абсолютної зоряної величини дає відстань до зорі (див. *Модуль відстані*) і, відповідно, до галактики, у якій вона розташована.

Для класичних *цефеїд* П.—с. з. визначали неодноразово. У 1987 прийнято таке емпіричне співвідношення між абсолютною візуальною зоряною величиною M_V і періодом зміни блиску P (у добах):

$$M_V = -1.24 - 2.29 \lg P.$$

Труднощі з визначення П.—с. з. для *цефеїд* полягають у тому, що всі класичні *цефеїди* розташовані далеко від *Сонця*, і обчислити відстані до них за допомогою *паралаксів тригонометричних* не вдається. Як звичайно, співвідношення між M_V і P , та наведене вище, визначають зі спостережень класичних *цефеїд*, що належать до *розсіяних скупчень*, відстані до яких обчислені ін. методами. Аналогічна залежність для *цефеїд II типу населення* має вигляд

$$M_V = -0.08 - 1.59 \lg P.$$

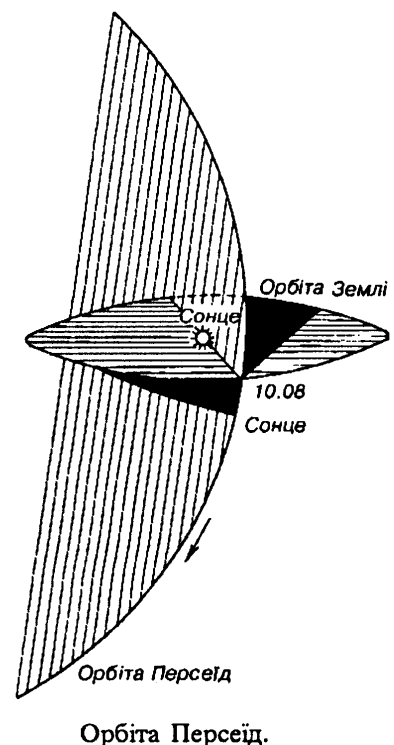
З однаковими періодами класичні *цефеїди* мають більшу світність, ніж *цефеїди II типу населення*, причому різниця світностей зростає зі збільшенням періоду.

ПЕРРАЙН Чарлз Діллон, Perrine Ch. D. (1867—1951) — амер. астроном. У 1893—1909 працював у Лікській обсерваторії, в 1909—1936 — директор Аргентинської нац. обсерваторії в Кордові.

Наук. праці стосуються спостережної астрономії. Протягом 1895—1902

відкрив дев'ять нових комет, а також шостий (1904) і сьомий (1905) супутники Юпітера.

ПЕРСЕЇДИ — *метеорний потік*, джерелом якого є комета Свіфта—Туттля 1862 III. Період видимості 1—20 серпня, дата найбільшої активності



12 серпня. Радіант метеорного потоку $\alpha=45^\circ$, $\delta=57^\circ$. Період обертання 109 років. Елементи орбіти: $a=8$ а.о., $e=0.960$, $i=116^\circ$, $\omega=155^\circ$, $\Omega=139^\circ$. Щорічне число метеорів 40, швидкість метеорів — $59.4 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Зближення Землі з П. триває цілий місяць (рис.). За ім'ям святого, день якого відзначали 10 серпня, метеори П. називали «сльозами Святого Лаврентія».

ПЕРСЕЙ — сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіші зорі: α — Мірфак (Альгеніб), 1.72^m ; β — Алголь (Горгона); ζ — Менкхіб, 2.86^m . У П. розташовані два розсіяні скупчення — η П. і χ П., які видно неозброєним оком (зоряна величина видима обох 4.3^m , відстань до них 2 300 і 2 600 пк, відповідно), а також дифузна туманність Каліфорнія (4.0^m).

Найліпші умови видимості ввечері — у грудні.

ПЕРТУРБАЦІЙНА ФУНКЦІЯ (лат. *perturbatio* — збудженість) — матем. функція, яку вводять до правої частини рівнянь руху матеріальної точки (напр., планети навколо Сонця), щоб урахувати збурення в русі цієї матеріальної точки, зумовлені дією ін. планет тощо. За наявності П. ф. з рівнянь руху виводять оскулюючі елементи орбіти тіла. Оскільки в цьому разі в розв'язках задачі про рух тіла з'являються періодичні і вікові збурення елементів його орбіти, то неминуче постає питання про стійкість системи. Поняття П. ф. увів Ж. Лагранж у 1776.

ПЕРША ЧВЕРТЬ — одна з чотирьох фаз Місяця, коли Місяць видно з Землі у першій половині ночі на кутовій відстані 90° від Сонця і сонячні промені освітлюють праву (від спостерігача) його половину (порівн. *Остання чверть*).

ПЕРШИЙ ВЕРТИКАЛ — велике коло небесної сфери, яке проходить через зеніт, надир, точки сходу і заходу. Площина П. в. перпендикулярна до площини горизонту та меридіана небесного.

ПЕРШІ ЗОРІ, зорі III типу населення — зорі, що утворилися з речовини первісного хім. складу, яка ще не встигла збагатитися важкими елементами, що синтезуються в ядерних реакціях у надрах зорі.

Звичайно вважають, що первісна речовина складалася з водню (близько 75% за масою) і гелію (близько 25%),

без домішок металів. Однак зір з нульовим вмістом металів ще не виявлено.

ПЕТЕЛЬНІ ПРОТУБЕРАНЦІ — протуберанці, у яких рух речовини відбувається по траєкторії, що має форму петлі. Це спокійні течії плазми вздовж магнітних силових ліній.

Розрізняють два види П. п. — поодинокі петлі та спалахові петлі. До першого виду належать П. п., у яких речовина безперервно перетікає зі швидкістю близько 30 км/с з одного підніжжя петлі в ін., частіше в сонячну пляму. Такі П. п. існують близько 15 хв і підіймаються до висот 50 тис. км. П. п. другого виду утворюють тунель з окремих петель з яскравими верхівками. Ці петлі зв'язують яскраві спалахові стрічки (див. *Спалах хромосферний*). У таких П. п. речовина стікає з розташованої в короні верхівки магнітної петлі донизу вздовж обох її гілок. Швидкість потоків становить $50\text{--}150 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Виникають П. п. наприкінці імпульсної фази сонячного спалаху. Тривалість їхнього життя — декілька годин. П. п. цього виду можуть існувати навіть довше, ніж спалахи, що їх спричиняють. Їхнє походження пов'язують з високотемпературною корональною плазмою спалахів сонячних, яка охолоджуючись, падає донизу.

ПЕТЕРБУРЗЬКА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ — перша в Росії державна обсерваторія, побудована 1726.

Була розміщена на трьох поверхах башти будинку Академії наук на Васильєвському о-ві (зараз це будинок Кунсткамери). Важливу роль у розвитку астрономії відіграв М.В. Ломоносов: він розробив і побудував у 1762 телескоп-рефлектор оригінальної конструкції; ініціював геогр. експедиції для картографування території Росії. Під керівництвом С. Я. Румовського було отримано дані для складання першого в Росії каталогу астр. координат геогр. пунктів. П. а. о. була забезпечена багатьма найсучаснішими (як на той час) інструментами. Систематичні спостереження виконував Ж. Деліль — перший директор обсерваторії. М. В. Ломоносов спостерігав тут комети, покриття зір Місяцем, проходження Венери по диску Сонця.

Наслідком останнього спостереження було відкриття М. В. Ломоносовим атмосфери Венери.

ПЕТЕРС Христіан Август Фрідріх, Peters Ch. A. F. (1806—1880) — нім. астроном. У 1839—1849 працював у Пулковській обсерваторії, з 1854 — директор обсерваторії в Альтоні, з 1874 — професор Кільського ун-ту.

Наук. праці стосуються астрометрії. В 1842 визначив дуже точно сталу нутації. В 1848 обчислив паралакси восьми зір. Дослідив орбіту супутника Сіріуса.

ПЕТЛІ (арки) — типові структури внутр. сонячної корони, багатьох типів протуберанців, сонячних спалахів та корональних викидів речовини. Їх спостерігають у білому світлі корони в зеленій, червоній та жовтій корональних лініях, в емісіях далекої УФ ділянки спектра, в м'якому рентген. випромінюванні та в хромосферному світінні ряду водневих, кальцієвих і гелієвих ліній (H_{α} , H і K Ca II, D_3 He I та ін.). Петельні структури окреслюють силові лінії магнітного поля Сонця і свідчать про наявність у сонячній атмосфері густіших, ніж навколишній фон, плазмових магнітних силових трубок, яким притаманні різноманітні температури ($6 \cdot 10^3$ — $3 \cdot 10^7$ K) та фіз. умови.

Найбільші стаціонарні П. досягають висоти $(3-10) \cdot 10^5$ км над рівнем фотосфери і часто є в системах або серіях, які створюють магнітні аркади. Термін «корональна арка» часто стосується великих і стабільних структур корони, проте часто терміни П. та арка вживають як синоніми. Виділяють декілька морфологічних типів П.: спокійних та активних ділянок, корональних конденсацій, П., що з'єднують різні активні та спокійні ділянки, спалахові та післяспалахові П., П. протуберанців, яскравих рентгенівських точок, корональних транзієнтів та ін.

ПЕТРОВ Григорій Матвійович (нар. 1924) — укр. астроном, доктор фіз.-мат. наук. Закінчив Одеський ун-т. З 1952 працює в Миколаївській обсерваторії. Склав низку каталогів зір та тіл Сонячної системи.

Гол. праці зі служби часу, визначення положень тіл Сонячної системи, абсолютних методів спостереження зір. Лауреат державної премії СРСР (1982).

ПЕТТІТ Едісон, Pettit E. (1889—1962) — амер. астроном. У 1920—1955 працював в обсерваторії Маунт-Вілсон.

Наук. праці присвячені вивченню Сонця, зокрема протуберанців, вимірюванню випромінювання зір, планет. Разом з С. Б. Нікольсоном виконав піонерські дослідження з застосування вакуумної термопары в астрономії.

ПЄВЦОВА МЕТОД — метод визначення геогр. широти за спостереженнями двох зір на однакових висотах, запропонований 1887 М. В. Певцовим.

Зорі обирають такі, щоб у моменти спостережень на однакових висотах (зенітних відстанях) сума їхніх азимутів була близькою до 180 або 540°. П. м. широко застосовують в астр.-геод. практиці.

ПІАЦЦІ Джузеппе, Piazzì G. (1746—1826) — італ. астроном. З 1780 — професор Палермського ун-ту і з 1791 — директор Палермської обсерваторії.

Відкрив 1 січня 1801 першу малу планету (назвав її Церерою). Опублікував два каталоги визначених ним положень зір, а також виміряв власні рухи низки зір.

ПІВДЕННА ГІДРА — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіші зорі: β — 2.80^m ; α — 2.86^m ; γ — 3.23^m .

З території України не видно.

ПІВДЕННА КОРОНА — сузір'я Південної півкулі неба. В П. К. немає зір, яскравіших від 4.0^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у серпні—вересні (низько над південним горизонтом).

ПІВДЕННА РИБА — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря: α — Фомальгаут, 1.15^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у жовтні—листопаді (низько над південним горизонтом).

ПІВДЕННИЙ ПОЛЮС ГАЛАКТИКИ — одна з двох точок перетину небесної сфери і прямої, яка проходить через центр сфери перпендикулярно до площини галактичного екватора.

П. п. Г. перебуває у Південній півкулі неба в сузір'ї Скульптора. Наближені екваторіальні координати: пряме піднесення $\alpha=0^h 49^m$, схилення $\delta=-27.4^\circ$.

ПІВДЕННИЙ ПОЛЮС ЕКЛІПТИКИ — одна з двох точок перетину небесної сфери і прямої, яка проходить через центр сфери перпендикулярно до площини екліптики.

П. п. е. розташований у Південній півкулі неба в сузір'ї Золотої Риби. Ек-

ваторіальні координати: *пряме піднесення* $\alpha=6^h00^m$, *схилення* $\delta=-66^\circ33'$.
ПІВДЕННИЙ ПОЛЮС ЗЕМЛІ — точка, у якій уявна *вісь обертання Землі* перетинає її поверхню у Південній півкулі.

Будь-яка ін. точка поверхні Землі перебуває щодо П.п.З. завжди у північному напрямі. П.п.З. розміщений в Антарктиді на висоті 2 800 м. *Полярний день* на П.п.З. мав би дорівнювати 186 добам 10 год, насправді ж, через *рефракцію світла*, він триває приблизно 193 доби.

ПІВДЕННИЙ ПОЛЮС СВІТУ — одна з двох точок перетину *небесної сфери з віссю світу*. Поблизу П. п. с. яскравих зір немає.

ПІВДЕННИЙ ТРИКУТНИК — *сузір'я* Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря: α — Атрія, 1.91^m .

З території України не видно.

ПІВДЕННИЙ ХРЕСТ, Хрест — *сузір'я* Південної півкулі неба. Найяскравіші зорі: α — Акрукс, 0.79^m ; β — Мімоза, 1.25^m ; γ — Гакрукс, 1.60^m . Вони утворюють своєрідну фігуру хреста (ромба), добре помітну на небі.

З території України не видно.

ПІВДЕННО-АФРИКАНСЬКА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ (South African Astronomical Observatory) — те ж саме, що й *Капська обсерваторія*.

ПІВДЕНЬ, точка півдня — одна з гол. точок *горизонту*. Це точка перетину справжнього горизонту та *меридіана небесного*, найближча до *Південного полюса світу*.

Позначають *Pd* або *S*.

ПІВНІЧ — момент, коли (для конкретного місця Землі) *Сонце* перебуває у нижній *кульмінації*. Час настання П. залежить від геогр. *довготи* місця: через кожні 15° довготи, відлічуваної в бік заходу, П. настає на 1 год пізніше.

Розрізняють: справжню П. — проходження через *меридіан* центра диска справжнього (видимого) Сонця; середню П. — нижню *кульмінацію середнього екваторіального Сонця*. Від середньої П. на *Гринвіцькому меридіані* відлічують *всесвітній час*.

ПІВНІЧ, точка півночі — одна з гол. точок *горизонту*; найближча до *Північного полюса світу* точка перетину справжнього горизонту з *меридіаном небесним*.

Позначають *Pn* або *N*.

ПІВНІЧНА КОРОНА — *сузір'я* Північної півкулі неба. Найяскравіша зоря: α — Гемма, 2.24^m .

Найліпші умови для спостережень ввечері — у червні—серпні.

ПІВНІЧНА ПОЛЯРНА ПОСЛІДОВНІСТЬ — група з 96 зір, розташованих поблизу *Північного полюса світу*, для яких з високою точністю визначено *зоряні величини та колор-індекси* в *Міжнародній фотометричній системі*. П. п. п. є зоряним стандартом *Міжнародної фотометр. системи*.

ПІВНІЧНИЙ ПОЛЮС ГАЛАКТИКИ — одна з двох точок перетину *небесної сфери з перпендикуляром до площини галактичного екватора*, що проведений через центр сфери.

П. п. Г. розташований у Північній півкулі неба, в *сузір'ї Волосся Вероніки*. Наближені екваторіальні координати П. п. Г.: *пряме піднесення* $\alpha=12^h49^m$; *схилення* $\delta=+27.4^\circ$ (див. *Південний полюс Галактики*).

ПІВНІЧНИЙ ПОЛЮС ЕКЛІПТИКИ — одна з двох точок перетину *небесної сфери з перпендикуляром до площини екліптики*, який проходить через центр сфери. П. п. е. розташований у Північній півкулі неба в *сузір'ї Дракона*, його екваторіальні координати: *пряме піднесення* $\alpha=18^h00^m$; *схилення* $\delta=+66^\circ33'$.

ПІВНІЧНИЙ ПОЛЮС ЗЕМЛІ — точка перетину *осі обертання Землі і земної поверхні* в Північній півкулі. Будь-яка ін. точка поверхні Землі розташована щодо П. п. З. завжди на південь. Перебуває в центр. частині Північного Льодовитого океану. *Полярний день* на П. п. З. повинен дорівнювати 186 добам 10 год (насправді ж, через *рефракцію світла*, він триває приблизно 193 доби), *полярна ніч* — 178 добам 14 год (насправді — приблизно 172 доби). П. п. З. безперервно переміщується (див. *Рух полюсів Землі*).

ПІВНІЧНИЙ ПОЛЮС СВІТУ — одна з двох точок перетину *небесної сфери з віссю світу*, тобто з прямою, яка паралельна до *осі обертання Землі і проходить через центр сфери*. Обертання зір відносно П. п. с. відбувається проти *годинникової стрілки*.

На відстані $45'$ (1997) від П. п. с., який переміщується внаслідок *прецесії*, перебуває *Полярна зоря*.

ПІВТІНЬ СОНЯЧНОЇ ПЛЯМИ — зовн., світліша частина *сонячної плями*, яка складається зі світлих і темних радіальних волокон довжиною 5 000 — 7 000 км та шириною 300—400 км. Окремі волокна існують від 30 до 60 хв (плями — декілька днів або місяців).

Яскравість світлого волокна становить 95% інтенсивності навколишньої *сонячної фотосфери*, а темного — 60%. Приймають, що в світлих волокнах газ підіймається, а в темних — опускається. Під час спостережень з високою роздільною здатністю видно, що світлі волокна складаються з яскравих зерен, які витягнулися ланцюжком на темному фоні. Зерно може сформуватися десь у П. с. п., а потім поволі переміщуватися в напрямі тіні. Тривалість його існування — 40 хв до 3 год, *температура* — 6 300 К, тоді як т-ра темного фону — 5 700 К. Зерна покривають 43% площі П. с. п. У П. с. п. зареєстровано коливання з амплітудою швидкості 1 км/с та періодом 260—280 с.

ПІГОТТ Едуард, Pigott E. (1753—1825) — англ. астроном.

Проводив астр. спостереження у власних обсерваторіях. Поряд з Дж. Гудрайком є основоположником планомірного вивчення змінності зір. У 1784 відкрив змінність η Орла, у 1795 повідомив про відкриття ним змін блиску зір R Північної Корони і R Щита. В 1786 склав перший каталог змінних зір, який містив 12 об'єктів. Відкрив три комети.

ПІДСИСТЕМИ ГАЛАКТИКИ — великомасштабні підсистеми зір, які виділяють у нашій *Галактиці* з аналізу просторового розподілу зір різних типів.

Тепер у Галактиці розрізняють п'ять зоряних підсистем: сферичну, проміжну сферичну, проміжну дискову, плоску стару і плоску молоду. Підсистеми зір відрізняються між собою протяжністю в напрямі, перпендикулярному до *галактичної площини*, тобто протяжністю по координаті z , дисперсією швидкостей зір по цій же координаті та концентрацією зір до *галактичного центра*. Протяжність підсистеми по координаті z характеризує шкала висот z_0 — відстанню від галактичної площини, на якій просторова густина членів підсистеми зір зменшується в e (2.7) разів. Зорі різних підсистем відрізняються за хім. складом і віком.

Сферична підсистема має шкалу висот близько 2 тис. пк. Типовими представниками цієї підсистеми є *кулясті скупчення* і *субкарлики*. Ці об'єкти мають високу концентрацію до центра Галактики, дисперсію швидкостей (по координаті z) 80—100 км·с⁻¹ і вік близько 10¹⁰ років.

Проміжну сферичну підсистему зі шкалою висот 700 пк формують *довгоперіодичні змінні*, які теж виявляють сильну концентрацію до галактичного центра, дисперсію швидкостей (по координаті z) 40—60 км·с⁻¹ і вік близько 10¹⁰ років.

До проміжної дискової підсистеми належать *планетарні туманності*, *нові зорі* і *червоні гіганти*. Ці об'єкти виявляють помірну концентрацію до центра Галактики, дисперсію швидкостей (по координаті z) 20—40 км·с⁻¹ і вік 2·10⁹—10¹⁰ років.

Для плоскої старої підсистеми (шкала висот 150 пк) характерні зорі *спектрального класу А* і *Me-карлики* (див. *Гарвардська класифікація*), дисперсія швидкостей (по координаті z) 10—20 км·с⁻¹. Їхній вік 5·10⁸—5·10⁹ років.

О-зорі і *зорі типу Т Тельця* зовсім не виявляють концентрації до центра Галактики, мають дисперсію швидкостей (по координаті z) 5—10 км·с⁻¹ і шкалу висот близько 70 пк. Це — типові представники плоскої молодої підсистеми. Розподіл *О-зір* і *змінних зір типу Т Тельця* в площині дуже неоднорідний: вони окреслюють спіральну структуру Галактики. Вміст важких елементів зростає з переходом від зір сферичної підсистеми до зір плоскої молодої підсистеми (див. *Населення Галактики*).

ПІДСОНЯЧНА ТОЧКА (на поверхні тіла) — точка перетину поверхні тіла з прямою, яка з'єднує центр цього тіла з центром *Сонця*.

ПІДСТИЛЬНА ГАЛАКТИКА — те ж саме, що й *Батьківська галактика*.

ПІЗ Франсіс Гледхелм, Pease F. G. (1881—1938) — амер. астроном. З 1904 працював в обсерваторії Маунт-Вілсон.

У 1920 разом з А. Майкельсоном виконав перше пряме вимірювання діаметра зорі за допомогою інтерферометра. Сконструював і побудував 15-м інтерферометр, на якому виміряв діаметри деяких яскравих зір. У 1916—1917 один з перших виміряв променеві

швидкості слабких галактик і дослідив обертання галактик. Брав участь у розробці оптики і конструкції 2.5- і 5.0-м рефлекторів обсерваторій Маунт-Вілсон і Маунт-Паломар.

ПІКАР Жан, Picard J. (1620—1682) — франц. астроном, член Паризької АН. Один з ініціаторів створення Паризької обсерваторії, з 1673 працював у ній.

Запропонував низку удосконалень до астр. інструментів і методів спостережень. Провів астр. спостереження для вимірювання довжини дуги меридіана й обчислив дуже точне значення одного градуса меридіана (111.21 км).

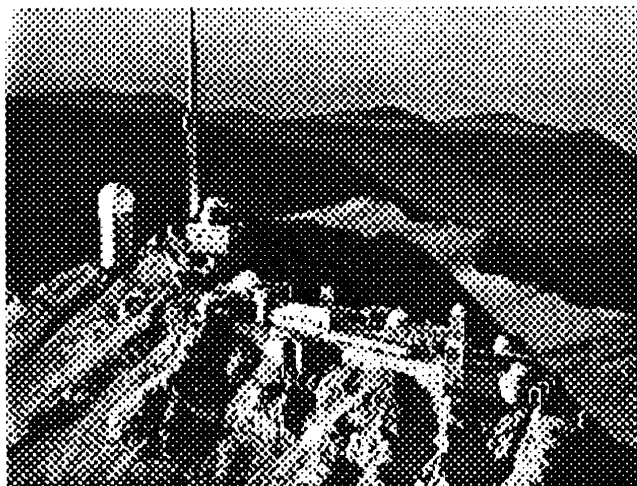
ПІК-ДЮ-МІДІ ОБСЕРВАТОРІЯ (Observatoire du Pic du Midi) — наук. установа Тулузького ун-ту, створена 1903 на базі метеорологічної обсерваторії, заснованої 1881. Розташована (рис.) в Піренеях, поблизу вершини Пік-дю-Міді (Франція) ($\lambda=+0^{\circ}08.7'$; $\varphi=+42^{\circ}56.2'$; $h=2861$ м).

Гол. дослідження: фотографування планет, Місяця та подвійних систем з великим кутовим розділенням (до 0.2"), спостереження сонячної корони поза затемненнями, астроприладобудування, атмосферна оптика.

Гол. інструменти: подвійний 38- і 60-см рефрактори, 102- і 200-см рефлектори, коронографи позазатемнювані.

ПІКЕЛЬНЕР Соломон Борисович (1921—1975) — рос. астроном. У 1946—1959 працював у Кримській астрофіз. обсерваторії, з 1959 — професор Московського ун-ту.

Наук. праці стосуються фізики міжзоряного середовища і газопилових туманностей, проблем зореутворення, фізики Сонця. Розробив магнітогідро-



Пік-дю-Міді обсерваторія

динамічні моделі різних активних утворів на Сонці, теорію ударних хвиль стосовно до косм. плазми, теорію утворення хмар у міжзоряному середовищі, довів можливість гравітаційної конденсації газу в зорі всередині масивних газових комплексів у Галактиці.

ПІКЕРІНГ Едуард Чарлз, Pickering E. Ch. (1846—1919) — амер. астроном, член Нац. АН США. З 1877 — директор Гарвардської обсерваторії, професор Гарвардського ун-ту.

Наук. праці стосуються астрофотометрії та астроспектроскопії. Удосконалив методику візуальної фотометрії. У 80-х рр. розпочав широке застосування фотографії, вперше почав використовувати об'єктивну призму для масового фотографування спектрів. Був організатором і керівником робіт зі складання відомих фотометр. і спектр. каталогів Гарвардської обсерваторії. В 1880 створив першу матем. теорію змін блиску Алголя. Класифікував змінні зорі за типами. Розробив інтерполяційний метод оцінювання блиску зір. У 1889 виявив спектрально-подвійні зорі.

ПІКЕРІНГ Уїльям Генрі, Pickering W. H. (1858—1938) — амер. астроном, член Нац. АН США. У 1879—1924 працював у Гарвардській обсерваторії.

Наук. праці присвячені візуальному і фотографічному вивченню планет та ін. тіл Сонячної системи. Проводив систематичні спостереження поверхонь Марса, Місяця. В 1898 відкрив дев'ятий супутник Сатурна (Фебу) і виявив, що він обертається у зворотному напрямі. Запропонував метод для вимірювання швидкості метеорів (1899).

ПІКСЕЛ — скорочена назва елемента зображення у твердотільних фотоприймачах (англ. picture element).

ПІНІГІН Геннадій Іванович (нар. 1943) — астроном, професор (1997). Закінчив Томський ун-т (1965) та аспірантуру (1968). У 1968—1985 працював у Гол. астр. обсерваторії АН СРСР, з 1986 — директор Миколаївської астр. обсерваторії.

Гол. наук. праці присвячені позиційній астрометрії та конструюванню меридіанних інструментів горизонт. типу. «ПІОНЕР» (англ. «Pioneer») — автоматична міжпланетна станція (АМС) для досліджень Сонця і планет Сонячної системи (США).

Першу АМС «П.-5» запущено 11 березня 1960. За допомогою п'яти станцій досліджено міжпланетний простір з різних точок поблизу орбіти Землі. «П.-10» (запущена 3 березня 1972) вперше передала на Землю близько 300 зображень *Юнітера* та його супутників, одержаних з відстані 130 000 км. «П.-11», запущена 6 квітня 1973, пролетівши на відстані 34 000 км від зовн. кілець *Сатурна*, передала їхні чіткі зображення. Під впливом потужних гравітаційних полів обох планет траєкторії польоту станцій змінилися так, що вони стали першими рукотворними об'єктами, які покинули межі Сонячної системи. Через 8 млн. років станції досягнуть точки *Всесвіту*, де нині перебуває зоря *Альдебаран*.

Запущена 20 травня 1978 АМС «Піонер-Венера-1» передала зображення *Венери* і стала штучним супутником *Венери*. АМС «Піонер-Венера-2» (запущена 8 серпня 1978) доставила на орбіту *Венери* чотири спускні апарати, які під час проходження через атмосферу планети передали цінну наук. інформацію. ПІРОКСЕНИ (від грец. *πῦρ* (*pyros*) — вогонь і *ξενος* — чужий, незвичайний) — група мінералів, ланцюжкових силікатів магнію, заліза, кальцію, алюмінію, натрію, літію.

Розрізняють моноклінні (діопсид-гендербергит, авгіт, егірін, жадеїт та ін.) і ромбічні (енстатит, бронзит, гіперстен) П. Для всіх П. типові призматичні кристали зі спайністю під кутом, близьким до прямого. П. — гол. породотворні мінерали осн. та ультраосн. гірських порід. Загальна формула $AB[S_2O_6]$, де А, В — один із перелічених вище металів.

ПІЧ — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря α — 3.9^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у грудні—січні (низько над південним горизонтом).

ПЛАГІОКЛАЗИ, (від грец. *πλαγιος* — навскісний і *κλασις* — заломлення) — група мінералів, вапняно-натрієві польові шпати. Утворюють безперервний ряд: крайні члени — альбіт (натрієвий) та анортит (кальцієвий), проміжні — олігоклаз, андезин, лабрадор, бітовніт. П. — найпоширеніші мінерали, які є в складі багатьох магнітних, метаморфічних та пірокластичних порід. У разі

змін їх заміщують слюдистий агрегат, кальцит та ін. мінерали. Унаслідок вивітрювання П. утворюють глинясті мінерали. П. трапляються в складі місячних порід.

ПЛАЗМОВІ ХМАРИ — хмари електрично заряджених частинок, що містяться в сонячному вітрі або в міжзоряному газі.

ПЛАНЕТА (грец. *πλανήτης* — блукаючий) — несамосвітне тіло, що обертається навколо зорі і має незначну порівняно з центр. світилом масу. Велика П. — косм. тіло з масою в межах 10^{20} — 10^{28} кг, речовина якого перебуває в конденсованому стані і яке еволюціонує внаслідок гравітаційної диференціації речовини. В Сонячній системі відомо дев'ять великих П., 60 супутників П. та декілька десятків тисяч астероїдів (малих П.). Фігури великих П. мають сферичну або близьку до сферичної форму. В Сонячній системі П. видимі завдяки сонячному світлу, яке відбивають їхні поверхні. Відповідно до сучасних космогонічних теорій, планетні системи — поширене явище в Галактиці. Завдяки спостереженням ІЧ астр. супутника *IRAS* підтверджено наявність принаймні пилових оболонок навколо зір, з яких можуть формуватися П.

ПЛАНЕТАРІЙ —

1. Апарат для проектування зображень зоряного неба, Сонця, Місяця і планет на півсферичний купол-екран.

Уперше сконструйований 1924 у Німеччині.

2. Наук.-освітня установа, у якій апарат П. використовують під час читання лекцій з астрономії, космонавтики, геофізики, геодезії тощо.

ПЛАНЕТАРНІ ТУМАННОСТІ — емісійні газові оболонки, світіння яких збуджене гарячими центр. зорями, що генетично пов'язані з ними, — ядрами П. т. Оболонки П. т. — це речовина, втрачена центр. зорею на певному етапі еволюції. Більшість П. т. — повністю іонізовані оболонки, тобто зовн. межа П. т. відповідає фіз. межі оболонки, а не є фронтом іонізації, який розділяє іонізований і нейтральний газ. Середня маса оболонки близько $0.1M_{\odot}$, проте надійного способу визначення мас окремих П. т. немає, тому питання про дисперсію мас поки що не з'ясоване. Середня електронна температура П. т. близько

$1.25 \cdot 10^4$ К, електронні т-ри окремих П. т. є в діапазоні $9 \cdot 10^3$ — $1.5 \cdot 10^4$ К.

П. т. розширюються в навколишнє середовище зі швидкостями 10—40 км/с, тому густина і розміри оболонок залежать від їхнього віку. Стадія П. т. — короткочасний етап в еволюції зорі: оболонка розсіюється в навколишньому просторі за декілька десятків тисяч років. Наймолодші спостережувані П. т. мають розміри близько 0.01 пк і концентрацію частинок $n=10^6$ см⁻³. Розміри старих спостережуваних П. т. досягають кількох десятків парсека, тут $n=10^2$ см⁻³. П. т. виявляють велику розмаїтість форм. Вони відрізняються і за зовн. обрисами, і за розподілом яскравості. Деякі П. т. — це сферично-симетричні диски рівномірної яскравості чи диски з яскравістю, що зростає до центра, або ж кільця. Зображення більшої частини П. т. сплющені, яскравість підвищена уздовж і на кінцях малої (іноді великої) осі. Такі П. т. називають біполярними.

П. т. мають типовий спектр — на фоні слабкого неперервного спектра виділяються інтенсивні емісійні лінії Бальмера серії водню і заборонені лінії ряду атомів та іонів. Найсильніші лінії в спектрах П. т. — небулярні лінії двічі іонізованого кисню [O III] λ 495.9 і 500.7 нм. Середній хім. склад П. т. близький до хім. складу сонячної атмосфери, однак точність цих даних у край низька. Деякий дефіцит заліза, кальцію, кремнію і магнію, напевне, реальне явище, проте ці елементи можуть бути зосереджені в частинках пилу.

Виявлено близько 1500 галактичних П. т., їх знайдено також і в найближчих галактиках, напр. у Магелланових Хмарах. П. т. нашої Галактики сконцентровані до галактичного центра і галактичної площини. Стадія ядра П. т. — проміжний етап еволюції зорі: між зорями асимптотичного відгалуження гігантів і білими карликами. Однак питання про безпосереднього попередника П. т. і механізм скидання ними оболонок ще не з'ясоване. Просторово-кінематичні характеристики системи П. т. свідчать, що стадію ядра П. т. проходять зорі, які на головній послідовності мають спектральний клас А і F. Розсіяні в просторі оболонки П. т. поповнюють міжзоряне середовище новою речовиною.

ПЛАНЕТЕЗИМАЛІ (англ. *planet* — планета та *infinitesimal* — нескінченно мала величина) — тіла розміром від міліметра до 1000 км, що утворилися внаслідок злипання мікроскопічних частинок (пилу) у макроскопічні П. — це, по суті, планетні «зародки», тіла типу метеоритів і астероїдів, з яких, як вважають, шляхом багатостадійної акумуляції сформувалися планети.

ПЛАНЕТИ ВНУТРІШНІ — планети, орбіти яких є ближче до Сонця, ніж пояс астероїдів: Меркурій, Венера, Земля і Марс. З поняттям «П. в.» не треба плутати поняття «планети нижні», орбіти яких ближче до Сонця, ніж орбіта Землі.

ПЛАНЕТИ-ГІГАНТИ — Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун (див. Планети зовнішні).

ПЛАНЕТИ ЗЕМНОЇ ГРУПИ — Меркурій, Венера, Земля, Марс (див. Планети внутрішні).

ПЛАНЕТИ ЗОВНІШНІ — планети, орбіти яких розташовані за поясом астероїдів: Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Не треба плутати термін П. з. з терміном «верхні планети» — планети, орбіти яких є за орбітою Землі. Тобто, крім названих, до верхніх планет належить і Марс.

ПЛАНЕТИ НИЖНІ — застаріла назва для Меркурія та Венери, орбіти яких розміщені всередині орбіти Землі.

ПЛАНЕТНА КОСМОГОНІЯ — розділ астрономії, що вивчає походження та розвиток Сонячної системи (планет, їхніх супутників, комет, метеоритів). П. к. намагається пояснити чотири групи явищ, що притаманні Сонячній системі: закономірності орбіт; поділ планет на дві групи; закономірності планетних відстаней; розподіл моменту кількості руху (див. Сонячна система). Першу гіпотезу утворення Сонячної системи запропонував 1644 Р. Декарт. Вона подібна на гіпотезу, що сьогодні є панівною. За уявленнями Декарта, Сонячна система утворилася з первинної дископодібної газопилової хмари (моністична теорія). В 1745 Ж. Бюффон запропонував дуалістичну теорію: речовина, з якої утворилися планети, відірвана від Сонця зорею, що пролітала. Згодом цей погляд підтримували Д. Джинс (1917) і П. Лаплас (1796).

Космогонічні моделі можна розділити на три групи. 1. Катастрофічні моделі: планетна речовина була відірвана від Сонця внаслідок якогось катастрофічного явища (мають тільки історичне значення). 2. Моделі захоплення: Сонце захопило планети або речовину, з якої вони сформувалися. 3. Еволюційні моделі: Сонце, планети та ін. косм. тіла утворилися майже одночасно з газопиловою хмари.

Єдиної загальноприйнятої сучасної теорії утворення планет нема. О. Ю. Шмідт запропонував розділити проблему походження Сонячної системи на три частини, кожна з яких можна розробляти незалежно. 1. Походження Сонця та умови формування допланетної хмари. 2. Утворення планет під час еволюції допланетної хмари — гол. завдання П. к. 3. З'ясування геофіз., геохім. та геол. наслідків теорії утворення планет.

Сьогодні пояснення тільки динамічних властивостей Сонячної системи вважають недостатнім критерієм правильності тієї чи ін. моделі. Потрібно також пояснити значну групу фіз. та хім. факторів, а саме: варіації хім. складу планет і супутників залежно від їхньої відстані до Сонця; вік Сонячної системи (4.6 млрд. років) та тривалість стадії утворення (не більше 100 млн. років); *температуру*, тиск, густину; вміст ізотопів. Крім цього, є ще й ін. фактори: наявність системи супутників та кілець; комети, *астероїди*, метеорити; бомбардування поверхонь, що призвело до утворення кратерів.

Сучасні космогонічні теорії будують з урахуванням усіх цих факторів. Загальноприйнято, що більшість планет утворилися з твердої, а *Юпітер* та *Сатурн* з газоподібної речовини. Ймовірно, що газопилова хмара, яка була поблизу екваторіальної площини Сонця, простягалася за межі сучасної планетної системи. Внутр. зону протопланетного диска прогрівало Сонце, і там могли утворитись (або зберегтись) тільки нелеткі, головню, кам'яні пилинки, тоді як у зовн. холодній зоні конденсувалася (або збереглася у твердому вигляді) також і легка речовина. Хоча *маса* пилу становила менше 2% усієї маси протопланетної хмари, саме її еволюція стала вирішальною в утворенні планет. За

порівняно короткий проміжок часу пилинки сконцентрувалися в центр. площині диска і з них утворилася велика кількість малих твердих частинок — *планетезималей*, з яких уже сформувалися планети. А тому, що кількість легкої речовини, здатної конденсуватися, більша і вона простягається далше, ніж нелетка, то відбувся розподіл протопланетної хмари на внутр. й зовн.

Це призвело і до різниці в складі та масі *планет земної групи* і *планет-гігантів*. Юпітер і Сатурн, крім твердої речовини, захопили ще водень і гелій, які збереглися у газоподібному стані. Невелика кількість цих газів є також на *Урані* та *Нептуні*. Малу масу *Плутона* пояснюють його утворенням на краю Сонячної системи. Зростання планет земної групи припинилося тоді, коли вони увібрали в себе всю навколишню тверду речовину. Планети-гіганти припинили зростання після того, як їхня маса стала достатньою, щоб під дією сил тяжіння викинути з зони формування планет усі залишки планетезималей. *Сонячний вітер* «молодого» Сонця сприяв розсіюванню газів. Кам'яні планетезималі частково збереглися між орбітами *Марса* та *Юпітера*. Це сучасні астероїди.

Частина льодових тіл, що були викинуті з зони планет-гігантів, не розсіялась у *міжпланетному просторі*, а утворила, ймовірно, величезну хмару — *Оорта хмару*, яка простягається приблизно на 100 тис. а.о. від Сонця і, можливо, є джерелом появи комет. Непружні зіткнення планетезималей, які траплялися в околі планет, призводили до того, що деякі з них або їхні уламки переходили на супутникові орбіти, стаючи супутниками.

У *Юпітера*, *Сатурна*, *Урана* і *Нептуна* утворилися системи супутників, подібні на Сонячну систему. Супутники рухаються в напрямі обертання планет по колових орбітах, які лежать в екваторіальній площині планети. Супутники планет-гігантів зі зворотним рухом були, найімовірніше, захоплені з планетезималей (астероїдів, комет).

Особливе місце серед супутників посідає *Місяць*. Часто систему *Земля—Місяць* називають подвійною планетою, і тому теорії утворення *Місяця* можна застосувати тільки для нього одного.

Між ін., Місяць не є унікальним супутником. За масою і розмірами він на шостому місці, за відносною масою супутник—планета поступається *Харону*, а за середньою густиною — *Іо*. Повинна бути така схема формування Місяця, яка б ґрунтувалася на загальних закономірностях розвитку допланетного диска в систему планет і супутників. Уже в середині 70-х рр. ХХ ст. були кількісні моделі утворення Місяця, у яких враховано і приливну еволюцію орбіти, і теорію походження Землі, і факти спостережень. Проте досі розглядають і гіпотезу відриву Місяця від протоземлі, яка швидко оберталася, і захоплення в готовому вигляді з геліоцентричної орбіти на геоцентричну, і одночасне утворення з планетезималей. Остання гіпотеза пояснює динаміку орбіти та хімічний склад, її можна застосовувати до проблеми утворення супутників взагалі.

Вивчення планет земного типу не дає змоги заглянути в дуже ранню стадію утворення Сонячної системи, оскільки планети сильно змінилися. У планет-гігантів можна спостерігати тільки тонку верхню газову оболонку, все ін. моделюють екстраполяцією. Тому надзвичайно важливе значення для вивчення умов формування планет мають метеорити. Вимірювання радіоактивних ізотопів та продуктів їхнього розпаду засвідчує, що вік найстаріших метеоритів становить близько 4.6 млрд. років. Оскільки астероїди вважають батьківськими тілами, то, можливо, вони і є тими планетезималями, які сформувалися на початку утворення Сонячної системи. Цей вік приймають за вік усієї системи. Велике значення має дослідження комет. У льодових ядрах комет унаслідок низької три речовина збереглася в первинному вигляді з часу утворення Сонячної системи.

Результати косм. експериментів (місії «*Вега*», «*Джотто*») з визначення маси та альbedo *Галлея* комети свідчать про те, що в діапазоні геліоцентричних відстаней $2 \cdot 10^3$ — $2 \cdot 10^4$ а. о. може бути невидима маса (у вигляді кометних ядер з масою близько $0.03M_{\odot}$ та кутовим моментом близько 10^{53} г·см²·с⁻¹). Оскільки ця маса сумірна з загальною масою планетної системи до втрати летких компонентів, то в процесі еволюції протосонячної туманності приблизно од-

накова кількість речовини могла бути використана на утворення планет і комет.

ПЛАНЕТОЛОГІЯ (від *планета* і грец. *λογος* — слово, вчення) — комплекс наук, які вивчають будову і розвиток планет Сонячної системи та їхніх супутників (фіз. властивості, хімічний склад, будову поверхонь та надр). Оскільки речовина планет перебуває в конденсованому стані, то в П. особливе місце посідає фізика конденсованого стану. Поряд із дистанційними методами досліджень останніми десятиліттями набули поширення безпосередні дослідження планет за допомогою космічних апаратів.

ПЛАНЕТОЦЕНТРИЧНА ГРАВІТАЦІЙНА СТАЛА — добуток *Кавендіша* гравітаційної сталої *G* на масу планети *M*, тобто *GM*. Значення П. г. с. обчислюють на підставі третього *Кеплера* закону, що є наслідком закону *всесвітнього тяжіння* для небесного тіла з центр. симетрією гравітаційного поля (табл.).

Значення П. г. с.

Небесне тіло	Спостереження	$GM, \text{км}^3 \cdot \text{с}^{-2}$
1	2	3
<i>Сонце</i>	Планет	$13\,123 \cdot 10^7$
<i>Земля</i>	Гравіметричні	$398\,602.0 \pm 3.0$
	Далеких КА	$398\,600.5 \pm 0.1$
	Методом лазерної локації Місяця	$398\,600.46 \pm 0.03$
<i>Місяць</i>	За допомогою ШСМ «Лунар-Орбітер»	$4\,902.73 \pm 0.14$
	За допомогою КА «Піонер-7»	$4\,902.75 \pm 0.12$
	За допомогою КА «Венера 4–7»	$4\,902.72 \pm 0.10$
<i>Меркурій</i>	Збурень руху Венери	$22\,200 \pm 17\,000$
	Збурень руху комети Енке	$21\,900 \pm 600$
	За допомогою КА «Марінер-10»	$22\,032 \pm 1$
<i>Венера</i>	Збурень рухів Меркурія і Землі	$325\,300 \pm 600$
	Методом радіолокації планет	$325\,070 \pm 90$
	За допомогою КА «Марс-2», «Марінер-2, -9, -10»	$324\,859.6 \pm 0.5$
1	2	3
	За допомогою КА «Марс-2», «Марінер-9»	$42\,828.3 \pm 0.1$

1	2	3
Юпітер	Галілеєвих супутників	(126 708.8±2.4) · 10 ³
	За допомогою КА «Піонер-10, -11»	(126 687.0±0.5) · 10 ³
Сатурн	Збурень рухів Юпітера	(379 430±30) · 10 ²
	Супутників планети	(379 700±200) · 10 ²
	За допомогою КА «Піонер-11»	(379 380±20) · 10 ²
Уран	Збурень рухів Сатурна	(57 100±200) · 10 ²
	Супутників планети	(57 867±15) · 10 ²
Нептун	Збурень рухів Урана	(68 590±80) · 10 ²
	Тритона	(68 590±80) · 10 ²
Плутон	Харона	900±300
Фобос	За допомогою КА «Вікінг Орбітер-1»	0.00066±0.00004

ПЛАНКА ЗАКОН ВИПРОМІНЮВАННЯ — закон розподілу енергії в спектрі чорного тіла. П. з. в. сформулював М. Планк. Цей закон визначає інтенсивність випромінювання $B(\nu)$ всередині замкнутої порожнини, стінки якої мають сталу температуру та перебувають у тепловій рівновазі з випромінюванням. Його широко застосовують для аналізу теплового випромінювання косм. об'єктів. П. з. в. визначає, що випромінювальна здатність $\epsilon(\nu)$ в одиничному інтервалі частот залежить від ν та T чорного тіла

$$\epsilon(\nu, T) = \pi B(\nu, T) = \frac{2\pi h}{c^2} \cdot \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Використовуючи зв'язок між частотою та довжиною хвилі $\lambda\nu=c$, можна записати П. з. в. для одиничного інтервалу довжин хвиль λ :

$$\epsilon(\lambda, T) = \pi B(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc/kT\lambda} - 1}$$

ПЛАНКІВСЬКІ ОДИНИЦІ — похідні фіз. величини, що ними визначені розміри і тривалість у часі явищ, для яких відомі сьогодні фіз. закони неприйнятні.

П. о. є такі:

планківська довжина

$$l_{\text{Пл}} = (G \cdot \hbar / c^3)^{1/2} \approx 1.5 \cdot 10^{-33} \text{ см};$$

планківський час

$$t_{\text{Пл}} = (G \cdot \hbar / c^5)^{1/2} \approx 5 \cdot 10^{-44} \text{ с};$$

планківська маса

$$m_{\text{Пл}} = (c \cdot \hbar / G)^{1/2} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ г},$$

де G — гравітаційна стала; $\hbar = h/2\pi$, де h — стала Планка; c — швидкість світла.

Для інтервалів часу порядку $t_{\text{Пл}}$ і менших, та інтервалів довжини, менших від $l_{\text{Пл}}$, не можна користуватися навіть загальною теорією відносності. Вважають, що в таких невеличких комірках простір стає дискретним і його властивості треба описувати теорією квантової гравітації, яка поки що не створена.

ПЛЕЙОНА — зоря 28 у Плеядах. Зоряна величина візуальна 5.06^m. Спектральний клас В8ре. В 1938 у П. була виявлена навколосоряна оболонка, яскравість якої досягла максимуму у 1945, після чого оболонка поступово слабшала і до 1954 стала ледве помітною. В 1972 утворилася ще одна оболонка. Швидкість обертання зорі настільки велика, що зоря не може бути стійкою.

ПЛЕРІОНИ (грец. *πλειριος* — заповнений) — молоді залишки наднових, у яких радіояскравість зростає до центра. Найвідомішим представником П. є Крабоводібна туманність — залишок Наднової 1054. Зі 132 виявлених до 1996 залишків наднових 11 класифіковані як П.

ПЛЕЯДИ, Волосожари, Стожари — галактичне розсіяне скупчення в Тельці. Кутовий діаметр 180', зоряна величина видима 1.4^m. Неозброєним оком можна спостерігати шість—дев'ять найяскравіших зір скупчення, загальна кількість яких — понад 600. Найяскравіша зоря Альціона — η Тельця, 2.87^m. Відстань 129 пк.

ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНА АТМОСФЕРА — модель атмосфери, що складається з плоских шарів, перпендикулярних до напрямку сили тяжіння. Використовують для аналізу будови атмосфер зір та планет.

ПЛОЩИНА ГАЛАКТИКИ — те ж саме, що й галактична площина.

ПЛУТОН — найвіддаленіша від Сонця планета Сонячної системи і дев'ята за часом виявлення.

Відкрита 1930 К. Томбо. Пошук та виявлення П. пов'язані з іменем П. Ловелла. В січні 1979 відстань П. від Сонця стала меншою, ніж Нептуна. До середини лютого 1999 П. за порядком віддаленості від Сонця був восьмою планетою. У вересні 1989 він досяг перигелію. Середня відстань П. від Сонця

— 39.53 астрономічної одиниці ($5.92 \cdot 10^9$ км), перигелійна — 29 а. о., афелійна — 49 а. о. Сидеричний період обертання 248.5 року, синодичний період обертання 366.7 доби. Ексцентриситет орбіти 0.248. Середня швидкість руху по орбіті $4.74 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Нахил орбіти до екліптики $17^\circ 09'$. Період обертання навколо осі 6.38718 діб. Кут між віссю обертання П. та площиною його орбіти близький до 90° . Період обертання співвідноситься з періодами обертання Нептуна й Урана приблизно як 3:2:1.

П. — подвійна планета. Її супутник, Харон, обертається синхронно з планетою. Це єдиний природний синхронний супутник у Сонячній системі. На небі П. він у п'ять разів більший, ніж Місяць на небі Землі. Відстань між П. і Хароном становить 18—20 тис. км. Для гіпотетичного спостерігача на П. фази Харона змінюються з періодом близько 6.4 доби.

Фотометр. радіус П., визначений методом покриття зір, оцінюють у 1142 км. Реальний радіус поверхні, можливо, менший. Загальну масу системи оцінюють у $1.4 \cdot 10^{22}$ кг. Середня густина П. $2100 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Це свідчить про те, що більша частина маси П. — скельні породи. Зоряна величина візуальна в опозицію $V_0 = 14.9^m$; зоряна величина стандартна $V(1,0) = -0.56^m$; показники кольору $U - B = 0.3^m$; $B - V = 0.80^m$. Альbedo геом. 0.6; сферичне 0.09. Ефективна температура планети 32 К. Сонячна стала на середній відстані від Сонця $0.9 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. Т-ра в підсонячній точці в перигелії ~ 60 К. Яскравісна температура 39 ± 4 К на довжині хвилі 1.2 мм. Верхня оцінка т-ри становить близько 50 К при випромінювальній здатності поверхні 0.8.

У спектрі П. є смуги поглинання метану, глибина яких змінюється з обертанням. Поверхня, мабуть, вкрита метановим інеєм.

Щодо атмосфери висловлюють протилежні міркування: це або розріджена метанова (тиск біля поверхні близько 15 Па), або щільна, що складається з інертних газів, причому аргон — гол. компонент. Спостереженнями в оптичному діапазоні виявлено систематичне зменшення блиску П.

П. відрізняється від усіх планет зовнішніх. За розмірами та складом по-

верхні він подібний до Тритона. Тому одна з гіпотез про його походження, уперше висловлена Р. Літлтоном у 1936, — катастрофічна: відривання супутника від батьківського тіла Нептуна і перехід його на сучасну орбіту. Найпростіша ж гіпотеза — особливо після відкриття в 1992 першого з об'єктів нового класу — плутіно, або плутончиків (на початок 2000 їх уже відомо близько 40), які рухаються навколо Сонця на такій же середній відстані від нього і діаметри яких, очевидно, сягають 100—500 км, — що Плутон належить до другого астероїдного кільця, яке має загальну назву Койпера поясу.

ПЛЯМИСТІ ЗОРІ — зорі, що мають на своїй поверхні темні плями.

Ознакою наявності плям є синдром ВУ Дракона. До класу П. з. належать зорі типу ВУ Дракона, зорі типу Т Тельця, зорі типу RS Гончих Псів, зорі типу FK Волосся Вероніки і деякі ін. типи зір пізніх спектральних класів. Пляма (або плями) вкривають до 20% площі поверхні П. з. (на Сонці в максимумі активності лише 0.2%). Різниця температур у плямах і фотосфері становить від кількох сот до півтори тисячі кельвінів. У більшості випадків плями холодніші від фотосфери, проте іноді співвідношення температур зворотне. Не з'ясовано, чи є темна частина поверхні зорі єдиною великою плямою чи це декілька малих плям.

Криві блиску П. з. тривалий час можуть бути незмінними, що свідчить про певну стійкість плям. У деяких П. з. плями зберігаються кілька років, тобто їх спостерігають упродовж багатьох обертів зорі навколо своєї осі. Якби сонячні плями існували стільки ж обертів, то вони не змінювались би понад 100 років. Проте в більшості випадків криві блиску П. з. не є стабільними, значних змін зазнають і амплітуди, і періоди зміни блиску (фотометр. період), які дорівнюють періодам обертання зорі.

Варіації фотометр. періоду зумовлені зміщенням плям у бік полюсів на поверхні зорі з диференціальним обертанням. Фотометр. періоди П. з. є в широкому діапазоні — від кількох годин до сотень діб. Зміни розташування плям і частки вкритої ними поверхні П. з. призводять до змін амплітуди кривої блиску. В деяких зір виявлена циклічність,

аналогічна 11-річному циклу сонячної активності, з тривалістю циклів від 3 до 20 років і більше.

Плями є однією з форм прояву активності зір. У деяких типів П. з. простежують й ін. форми активності: спалахи, хромосферні емісійні лінії і рентген. випромінювання корон. Досить високий рівень активності є лише за двох умов: 1) зоря має розвинуту конвективну зону; 2) екваторіальна швидкість обертання перевищує $5 \text{ км} \cdot \text{см}^{-1}$. Перша умова виконується в зорях спектр. класів F—M. Швидкість обертання велика на ранніх етапах еволюції зорі і зменшується зі старінням зорі. Тому поодинокі П. з. часто трапляються саме серед молодих зір. Потрібної швидкості обертання можна досягти і шляхом синхронізації обертання зорі з орбітальним рухом у тісних подвійних системах.

Прикладами П. з., де потрібна швидкість обертання досягнута саме таким чином, можуть бути П. з. у подвійних системах типу RS Гончих Псів.

ПОВНА ШИРИНА НА ПОЛОВИНІ ІНТЕНСИВНОСТІ— характеристика ширини спектр. ліній. Визначають як інтервал частот або довжин хвиль електромагнітного випромінювання, межі якого відповідають точкам на профілі спектр. лінії, у яких інтенсивності випромінювання становлять половину від макс. значення, якщо це лінія випромінювання, або від мін., якщо це лінія поглинання (див. *Спектр поглинання*).

ПОВНИЙ МІСЯЦЬ, повня — одна з чотирьох фаз Місяця, коли Місяць видно з Землі як повністю освітлений диск. У цей час протистояння кутова відстань Місяця від Сонця дорівнює 180° (порівн. *Новий Місяць*).

ПОВТОРНІ НОВІ — зорі, у яких спостерігали два або більше спалахів, подібних до спалахів нових зір. П. н. належать до класу вибухових змінних.

Під час спалаху візуальний блиск П. н. за декілька діб збільшується на $6-9^m$, зменшення блиску триває декілька місяців. Проміжок між спалахами становить 10—100 років. До П. н. належать п'ять відомих об'єктів: Т Північної Корони (Т CrB), RS Змієноця (RS Oph), U Скорпіона (U Sco), Т Компаса (Т Рух) і V1017 Стрільця (V1017 Sgr).

П. н. — члени подвійних систем. Для Т CrB і RS Oph періоди становлять 228 і 230 діб, відповідно.

Незважаючи на нечисленність, П. н. не є однорідними об'єктами. За особливостями спалахів їх поділяють на дві групи. Спалахи П. н. Т Рух і U Sco зумовлені, як і спалахи класичних нових, вибуховим термоядерним «згорянням» на поверхні білого карлика речовини, що перетікає від ін. компоненти системи. В системі Т Рух ін. компонента — карлик пізнього спектрального класу, у системі U Sco — гігант спектр. класу G.

Спалахи П. н. Т CrB і RS Oph — це, як і спалахи карликових нових, наслідок різкого зростання акреційної світності, що пов'язане з нерівномірним сплесковим перетіканням речовини з ін. компоненти або виникненням нестабільності в акреційному диску. П. н. V1017 Sgr — проміжний тип між цими групами.

ПОВТОРЮВАНІСТЬ ЯСНОГО НЕБА — одна з характеристик оцінки астроклімату місця розташування телескопа, середньостатистична величина повторюваності у відсотках метеорологічно ясного неба з хмарністю не більше 2 бали (див. *День метеорологічно ясний*).

ПОГЛИНАННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ, поглинання світла — явище зменшення енергії в пучку електромагнітного випромінювання (інтенсивності випромінювання) під час проходження його крізь середовище, заповнене речовиною, унаслідок взаємодії електромагнітних хвиль (фотонів) з частинками речовини.

Зменшення інтенсивності випромінювання в однорідному середовищі внаслідок П. в. описують співвідношенням вигляду

$$I(x) = I(0)\exp(-\alpha x) = I(0)\exp(-\tau),$$

де $I(0)$, $I(x)$ — інтенсивність випромінювання в точках з координатами 0 та x (напрямок осі x збігається з напрямом поширення пучка випромінювання); α — коефіцієнт поглинання, який у загальному випадку залежить від частоти випромінювання, $\tau = \alpha x$ — оптична товщина. Це співвідношення є розв'язком рівняння перенесення випромінювання у випадку низьких інтенсивностей (тобто коли α не залежить від I , x та від концентрації частинок речовини) для середовища, в якому відбувається лише справжнє поглинання

випромінювання. Воно відоме як закон Бугера, або ще Бугера—Ламберта для П. в.

За допомогою квантової теорії розглядають три гол. механізми П. в. речовиною в косм. об'єктах.

1. П. в. атомами речовини з переходом їхніх електронів на рівні з більшими енергіями, тобто збудження атомів. Оскільки енергія електрона на кожному з енергетичних рівнів фіксована, то для переходу атома з рівня 1 на рівень 2 енергія поглинутого фотона повинна бути такою:

$$\Delta E_{hv} = E_2 - E_1 = h\nu,$$

де E_1 , E_2 — енергія електрона на рівнях 1 і 2 відповідно; h — стала Планка; ν — частота поглинутого кванта. Отже, цей механізм спричинює П. в. з монохроматичними частотами, тобто в спектр. лініях (див. *Спектр*), і П. в. у цьому випадку називають ще селективним.

2. П. в. атомами речовини з їхньою наступною іонізацією (фотоіонізація). Для цього поглинутий фотон повинен мати енергію

$$\Delta E_{hv} = h\nu = E_0 + (m_e v_e^2)/2,$$

де E_0 — енергія іонізації атома (робота виходу електрона); m_e , v_e — відповідно маса електрона та швидкість його руху після іонізації. Енергія поглинутого фотона, а отже, і його частота, можуть мати будь-яке значення, що задовольняє наведене рівняння, тобто $\Delta E_{hv} \geq E_0$. У випадку цього механізму П. в. відбувається в *неперервному спектрі*.

3. П. в. вільними електронами, а саме: такими, що перебувають в електричних полях атомів на гіперболічних орбітах. У цьому разі поглинутий фотон може мати довільну енергію та частоту, і П. в. відбувається в *неперервному спектрі*. Енергія збуджених атомів та електронів може дисипувати різними шляхами, зокрема, і шляхом переходу атомів та електронів до нижчого енергетичного стану з випромінюванням фотонів. Буває також, що такі переходи супроводжуються дією електромагнітного випромінювання в заданій точці. Цей процес називають від'ємним П. в., або ж вимушеним. У тих випадках, коли дисипація поглинутої частинки речовини енергії електромагнітного випромінювання відбувається тільки шляхом перетворення її в ін. види

енергії (головно, в теплову), П. в. називають справжнім П. в., тоді як перевипромінювання енергії, поглинутої частинками речовини, зачисляють до явищ *розсіювання електромагнітного випромінювання*.

У випадках П. в. молекулами, крім описаних вище механізмів, працює ще й механізм збудження взаємного коливання атомів у молекулі та обертання молекул навколо своєї осі. Енергія цих станів молекул теж квантується, і поглинання відбувається в лініях. Проте, оскільки молекули складаються з багатьох атомів, вони мають дуже велику кількість енергетичних рівнів, зокрема, дуже близьких за енергіями, чим і пояснюють те, що П. в. молекулами призводить до появи смугастих спектрів.

Вільні електрони та окремі атоми спричинюють П. в. переважно видимого та УФ випромінювання, тоді як П. в. молекулами відбувається в набагато ширшому спектр. діапазоні — від видимого та ІЧ до радіовипромінювання.

П. в. є одним з гол. чинників, що впливають на процеси *перенесення випромінювання* в косм. тілах (*фотосфери та атмосфери зір, атмосфери планет, міжзоряна речовина та ін.*). Крім того, воно також впливає на фіз. стан речовини в цих тілах і тому відіграє дуже важливу роль у фіз. процесах, що відбуваються в косм. тілах. З ін. боку, П. в. у косм. тілах визначене фіз. умовами і станом речовини в них. Унаслідок залежності коефіцієнта поглинання від частоти випромінювання у разі П. в. утворюються *спектри поглинання*, вивчення яких дає інформацію про фіз. умови в косм. світилах та про важливі фіз. характеристики цих тіл (напр., про *температуру* і тиск в атмосферах зір, про хім. склад зір і планетних атмосфер тощо).

П. в. пояснює також *фотометричний парадокс*. Наслідком П. в. пиловими туманностями є роздвоєння *Молочного Шляху* (див. *Галактика*) від сузір'я Орла до сузір'я Скорпіона. Пил поглинає та розсіює оптичне випромінювання всіх частот (див. *Теорія Мі розсіювання електромагнітного випромінювання*), однак якщо розміри пилинок сумірні з довжиною світлової хвилі, то більше розсіюється короткохвильове випромінювання. Це призводить до послаблення

блиску та почервоніння зір, особливо тих, що розміщені поблизу площини Галактики. Поглинання світла в напрямі на полюси Галактики дорівнює $\sim 0.4^m$ на 1 кпк, а в площині Галактики — приблизно 2^m на 1 кпк у візуальних променях та $\sim 4^m$ на 1 кпк у фотографічних променях.

Іноді поряд з терміном П. в. у тому ж значенні застосовують також термін «послаблення випромінювання» (найчастіше в теор. астрофізиці). Проте в фотометрії для опису оптичних астр. приладів термін «послаблення випромінювання» має ін. зміст. Тут послабленням випромінювання називають явище зменшення потоку випромінювання, яке проходить через оптичний прилад (напр., через лінзовий об'єктив телескопа, через світлофільтр) або з одного середовища в ін. з ін. показником заломлення. Воно спричинене відбиванням світлових променів на межі між двома середовищами, напр., від поверхні об'єктива телескопа, або відбиванням на межі розподілу між складовими частинами складного об'єктива, розсіюванням світла в оптичних приладах та справжнім поглинанням у них.

Послаблення випромінювання, тобто зменшення його інтенсивності внаслідок істинного П. в. та розсіювання, у випадку розгляду перенесення (поширення) випромінювання в міжзоряному середовищі та в атмосферах планет частіше називають екстинкцією.

ПОГСОН Норман Роберт, Pogson N. R. (1829—1891) — англ. астроном. З 1860 обіймав посаду урядового астронома в Мадрасі (Індія).

Наук. праці стосуються спостережної астрономії. Відкрив дев'ять малих планет. У 1852 виявив змінність блиску R Лебеда, а в наступні роки — ще 18 зір. У 1857 запропонував точну кількісну шкалу зоряних величин, якою користуються сьогодні.

ПОГСОНА СПІВВІДНОШЕННЯ, закон Погсона — емпірично визначене співвідношення між різницею зоряних величин видимих m_1 та m_2 двох небесних світил, та відношенням візуальних освітленостей E_1 та E_2 , створених цими світилами в точці спостережень:

$$m_2 - m_1 = -2.5 \lg(E_2/E_1),$$

або ж

$$\lg(E_2/E_1) = -0.4 (m_2 - m_1).$$

Значення -2.50 для коефіцієнта запропонував англ. астроном Н. Р. Погсон у 1859. При $m_2 - m_1 = 1$ з П. з. випливає, що $E_2/E_1 = 2.512$. Тому наведене співвідношення часто записують в ін. вигляді:

$$E_2/E_1 = 2.512^{-(m_2 - m_1)}.$$

ПОДВІЙНІ ЗОРІ — те ж саме, що й *подвійні системи*.

ПОДВІЙНІ СИСТЕМИ, подвійні зорі — системи, які складаються з двох зір, що описують замкнені орбіти навколо спільного центра мас під дією взаємного тяжіння.

За оцінками різних авторів, від 50 до 90% усіх зір є П. с. Їх поділяють на групи.

1. *Візуально-подвійні зорі*, виявляють і вивчають методами *астрометрії*. До цієї групи належать *астрометричні подвійні* і П. с., які виділяють за спільністю власних рухів.

2. *Фотометричні подвійні*, виявляють і досліджують методами *астрофотометрії*.

3. *Спектрально-подвійні*, виявляють і вивчають спектр. методами.

Цей поділ дещо умовний, оскільки часто одну й ту ж зорю можна вивчати одночасно двома методами. П. с. класифікують також за мірою заповнення компонентами своїх Роша порожнин. П. с., у яких обидві зорі не заповнили свої порожнини Роша, називають розділеними П. с. і позначають символом D. П. с. є напіврозділеними (SD), якщо лише одна із зір заповнює свою порожнину Роша. У цьому випадку речовина зорі через внутр. точку Лагранжа перетікає до зорі-супутника. П. с., на еволюцію яких суттєво впливає обмін речовиною між компонентами, називають тісними. Якщо обидві зорі заповнюють свої порожнини Роша, П. с. називають контактними (C).

Привертають увагу два гол. аспекти дослідження П. с.: можливість визначення однієї з найважливіших характеристик зорі — її маси; особливості еволюції зір та ін. явища, які не трапляються серед поодиноких зір.

ПОЗААТМОСФЕРНА АСТРОНОМІЯ — розділ астрономії, пов'язаний із дослідженням косм. об'єктів за допомогою апаратів, винесених за межі земної атмосфери.

Перші результати в галузі П. а. отримано наприкінці 40-х рр. ХХ ст., коли

за допомогою ракет вдалося сфотографувати УФ спектр Сонця в довжинах хвиль, коротших від 300 нм. Особливо інтенсивно стала розвиватися П. а. з 70-х рр. ХХ ст. завдяки створенню спеціалізованих штучних супутників Землі і автоматичних міжпланетних станцій, які запускали до планет Сонячної системи.

П. а. прийнято поділяти на розділи, визначені діапазонами хвиль.

Найцікавіші результати одержано в рентген. і УФ діапазонах. Зокрема, відкрито новий тип косм. рентген. джерел випромінювання — барстери, досліджено нейтронні зорі і кандидати в чорні діри тощо.

ПОЗАГАЛАКТИЧНА АСТРОНОМІЯ — розділ астрономії, у якому вивчають небесні тіла та їхні системи (середовище, у якому вони перебувають), що розташовані за межами нашої Галактики.

Для досліджень у галузі П. а. потрібні найбільші телескопи, найновіші засоби і методи вивчення та реєстрації найслабкіших об'єктів.

П. а., як окрема галузь астрономії, почала інтенсивно розвиватися після того, як у 1920 К. Лундмарку вдалося розкласти на окремі зорі периферійну частину спіральної туманності М 33 в Трикутнику, а Е. Хабблу в 1924—1925 визначити зоряну природу спіральних рукавів Андромеди туманності.

П. а. як наука — це сукупність ідей і методів, що свого часу розвивалися в зоряній астрономії. П. а. досліджує розміри зоряних систем, маси, будову, властивості оптичного, ІЧ, рентген. і радіовипромінювання. Вивчення просторового розподілу позагалактичних об'єктів виявляє великомасштабну структуру Всесвіту.

Одне з найважливіших завдань в П. а. — визначення відстаней до галактик. У дослідженні просторового розподілу галактик і шляхів їхньої еволюції П. а. змикається з космологією. Пошуки слідів анізотронії Всесвіту і неоднорідності Всесвіту є найскладнішим і найактуальнішим сьогодні завданням П. а.

ПОЗАГАЛАКТИЧНЕ СВІТІННЯ — невеликий (до 1%) внесок позагалактичних джерел у загальне світіння нічного неба.

ПОЗАГАЛАКТИЧНІ Н ІІ ЗОНИ — те ж саме, що й міжгалактичні Н ІІ зони.

ПОЗАЗЕМНІ ЦИВІЛІЗАЦІЇ — суспільства розумних істот, наявність яких можна очікувати на ін. косм. тілах або в косм. середовищі. Поряд з терміном «П. ц.» ще користуються більш загальним поняттям «косм. цивілізація». У цьому випадку земну цивілізацію вважають різновидом косм.

Одним з аргументів на користь припущення про можливість існування П. ц. є типовість процесу утворення Сонячної системи та наявність представницької множини зір, подібних за фіз. характеристиками та віком до Сонця. Крім того, різноманітність фіз. умов у космосі може привести до виникнення дуже відмінних між собою форм високоорганізованої матерії. Гол. у сучасному підході до вирішення проблеми П. ц. є намагання організувати їхній активний пошук. Цей напрям одержав назву SETI і CETI. Пошуки провадять у декількох напрямках.

1. Пошук слідів астроінженерної діяльності, який потрібно починати з виявлення локальних джерел ІЧ випромінювання (див. Електромагнітне випромінювання, Спектр) або зір з аномально великими потоками ІЧ випромінювання, тому що згідно з теор. оцінками гол. частина власного випромінювання астроінженерних споруд повинна бути зосереджена саме в ІЧ частині спектра. Проте з часу висунення цієї ідеї підстав пов'язати виявлені джерела ІЧ випромінювання з П. ц. не було.

2. Пошуки слідів перебування представників П. ц. на Землі. Питання про можливість косм. (позаземні) витоки деяких елементів найдавніших на Землі цивілізацій все ще потребує детального вивчення.

3. Завдання пошуку сигналів від П. ц., сформульоване в SETI як пошук сигналів у діапазоні радіовипромінювання у вигляді радіохвиль штучного походження.

Проблему пошуку П. ц. також часто пов'язують з таким феноменом, як НЛО.

Поряд із пошуком сигналів від П. ц. учені спробували надіслати послання з Землі до П. ц. Зокрема, у 1974 з Аресібо радіоастрономічної обсерва-

темі координат додатковий компонент швидкості, зумовлений світловим тиском і спрямований протилежно до її руху. Завдяки зменшенню моменту імпульсу частинки поступово зменшується радіус її орбіти, і вона по спіралі наближається до Сонця. Час у роках, потрібний для того, щоб частинка впала на Сонце, визначають за формулою $t=7.0 \cdot 10^6 r \rho a q$, де r — радіус частинки; ρ — її густина; a і q — відповідно велика піввісь і перигелійна відстань початкової орбіти частинки.

ПОКАЗНИК КОЛЬОРУ, колор-індекс — різниця між зоряними величинами зорі, виміряними в двох спектр. смугах.

П. к. завжди визначають як різницю між зоряними величинами в коротко- і довгохвильовій ділянках спектра. Він означає, на скільки зоряних величин зоря в короткохвильовій ділянці спектра яскравіша (слабша), ніж у довгохвильовій. Зі зменшенням температури зорі її П. к. збільшується. Широко застосовують П. к. $U-V$ і $B-V$ фотометричної системи UBV . Прийнято, що $U-V = B-V=0$ для зір спектрального класу $A0$ головної послідовності. П. к. Сонця $B-V=0.65^m$.

ПОКРИВНИЙ ЕФЕКТ — вплив поглинання в спектр. лініях на розподіл температури в атмосферах зір.

У зовн. шарах атмосфери випромінювання зорі поглинається тільки в спектр. лініях. Частково ця поглинута енергія, перевипромінюючись, надходить назад у нижні шари атмосфери, у фотосферу. Внаслідок цього густина випромінювання тут збільшується, а отже, підвищується і її т-ра. Для Сонця П. е. досягає 15%.

ПОКРИТТЯ — астр. явище. Полягає в тому, що одне з небесних тіл, рухаючись у просторі, перетинає промінь зору спостерігача, проектуючись на якесь ін. небесне світило, і закриває його повністю або частково. Окремими випадками П. є сонячне затемнення, місячне затемнення, проходження планети по диску Сонця, а також фотометричні подвійні зорі. Однак власне термін П. використовують у випадках зникнення зір за дисками Місяця, планет та астероїдів, а також у випадках П. планет Місяцем, планетами своїх супутників та супутниками планет один одного. Два останні випад-

ки також належать до т. зв. взаємних явищ у системах супутників планет.

Явища П. поділяють на власне П., або повні П., часткові П. та дотичні П. У випадку повного П. одне зі світил повністю зникає за видимим диском ін., під час часткового П. зникає лише частина видимої поверхні одного з тіл за поверхнею ін. (це цілковитий аналог повного та часткового сонячних або місячних затемнень). У разі дотичного П. одне зі світил проходить біля краю поверхні ін., лише торкаючись до неї або зникаючи за нею на дуже короткий час (секунди та частки секунди). Особливо яскраво видно різницю між П. та дотичним П. у випадку П. зір Місяцем.

Астр. спостереження П. дають дуже цінні дані, за якими можна визначити елементи орбіт косм. тіл, що беруть участь у цих подіях, а також деякі їхні фіз. характеристики. Зокрема, за даними спостережень П. зір Місяцем визначають як елементи орбіти Місяця, так і деталі рельєфу на краях його видимого з цієї точки диска. Дуже важливими в останньому завданні є спостереження дотичних П. Крім того, шляхом порівняння спостережуваних моментів П. зір Місяцем (або астероїдами) з наперед обчисленими моментами цих явищ, наведеними в ефемеридах П., обчислюють різницю між шкалою всесвітнього координованого часу та шкалою ефемеридного часу. З огляду на важливість цього завдання, а також тому, що спостереження П. зір Місяцем можна виконувати візуально, з дуже простим обладнанням (простий аматорський телескоп, секундомір та найпростіша служба часу у вигляді звичайного радіоприймача та годинника), у світі такі спостереження дуже поширені серед астрономів-аматорів і їх підтримують поважні астр. установи та установи служби часу. Точність реєстрації моментів П. зір Місяцем під час візуальних спостережень з таким обладнанням становить від 0.2 до 1.0 с.

Професійна реєстрація зміни блиску світил під час П. за допомогою фотоелектричних фотометрів або телевізійної техніки та з добре організованою службою часу дають змогу визначити моменти П. з похибкою, що за порядком становить 10^{-3} — 10^{-2} с. Причому особливість П. зір Місяцем та,

що це дуже швидкоплинний процес. Тривалість П. зорі становить за порядком 10^{-2} с, тому для реєстрації цього процесу астрономи-професіонали намагаються застосовувати швидкісні електрофотометри з підрахунком фотонів, часове розділення яких становить 1—2 мс, та реєстрацію сигналів від цих фотометрів за допомогою комп'ютерів. За даними таких спостережень П. зір Місяцем спеціальним числовим моделюванням процесу покриття, крім точних моментів покриття краєм Місяця геом. центра зорі, можна також визначити такі астрофіз. характеристики, як кутовий діаметр зорі і, в окремих випадках, розподіл яскравості по видимій поверхні зорі та структуру її оболонки. У цьому випадку досягають кутового розділення до $0.001''$, що перевищує кутове розділення, яке досягають за допомогою інтерферометра та засобами *спекл-інтерферометрії*.

За цим методом до початку 1990-х років уже визначено кутові діаметри приблизно 150 зір. Крім того, за даними фотоелектричних спостережень П. Місяцем можна також виявляти тісні *подвійні системи* та *тісні кратні зорі* і досліджувати структуру поверхонь окремих косм. світил, особливо за спостереженнями в ІЧ частині *спектра*. Астрономи намагаються спостерігати в ІЧ променях явища П. Місяцем зон *зореутворення* (напр., у *сузір'ї Тельця*), а також ін. джерел. Зокрема, на довжині хвилі 2.2 мкм виконували фотоелектричні спостереження центра *Галактики*, і вивчали його структуру. П. Місяцем джерел радіовипромінювання також дають змогу одержувати дані про поверхневу структуру цих об'єктів. Спостереження П. координує Міжнародна спілка хронометрованих спостережень П., англ. абревіатура назви якої IOTA (International Occultations Timing Association). З початку 1990-х рр. ефемериди П. зір Місяцем обчислює для спостерігачів у всьому світі, збирає результати спостережень та обчислює за цими даними різницю шкал *всесвітнього координованого часу* та *ефемеридного часу* Міжнародний центр місячних даних, що міститься в Японії.

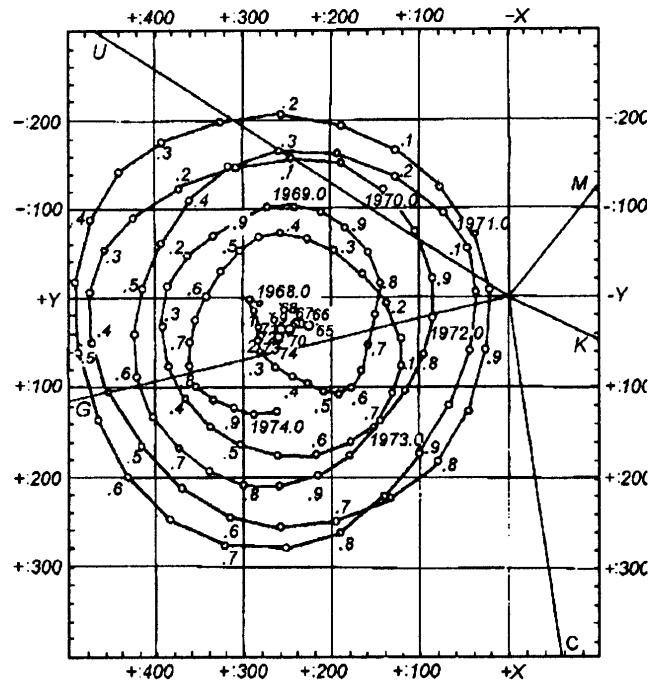
ПОКРОВСЬКИЙ Костянтин Доримедонтович (1868—1944) — укр. астроном. Закінчив Московський ун-т (1891).

У 1934—1944 директор Астр. обсерваторії Одеського ун-ту, у 1937—1938 — декан фіз.-мат. факультету. Спеціаліст з кометної астрономії.

Гол. праці присвячені супутникам планет і астероїдів. Широко відомі його «Путеводитель по небу» (6 видань), «Звездный атлас», підручники з космографії та ін.

ПОЛЛУКС — зоря β Близнят ($1,15^m$), нормальний гігант. П. оточений розрідженою *коронаю зорі*.

ПОЛОДІЯ — траєкторія руху *полюса географічного*. Має вигляд спіралі, витки якої то сходяться, то розходяться. На рис. показано П., обчислену за астр. спостереженнями Міжнародною службою руху полюса. Координати полюса Землі (x, y) наводять у $0.001''$. Літерами М, U, G, C, K позначені *меридіани між-*



Траєкторія руху геогр. полюса (поллодія)

народних широтних станцій, відповідно, Мідзусава (Японія), Юкайя (США), Гейтерсберг (США), Карлофорте (Італія), Китаб (Узбекистан). Точка, в якій ці меридіани сходяться, — *Умовний міжнародний початок* (СІО).

ПОЛТАВСЬКА ГРАВІМЕТРИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ Ін-ту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України — заснована у 1926 *О. Я. Орловим*. Розташована в м. Полтаві ($\lambda=+49^{\circ}36.3'$; $\varphi=+34^{\circ}32.8'$; $h=151$ м).

Гол. дослідження: *гравіметрія* та вивчення руху полюсів Землі, зміни широт.

Гол. інструменти: гравіметри, *зеніт-телескопи*, *астролябія* Данжона та ін. **ПОЛУДЕННА ЛІНІЯ** — проекція *меридіана небесного* на площину матем. (справжнього) *горизонту*. В момент справжнього *полудня* тінь від вертикального предмета лягає вздовж П. л.

ПОЛУДЕНЬ, ПІВДЕНЬ — момент часу, коли центр *Сонця* перебуває у верхній *кульмінації* для заданого місця спостережень. Розрізняють справжній (видимий) П. — момент верхньої *кульмінації* центра диска *Сонця*, та середній П. — момент верхньої *кульмінації* середнього сонця.

ПОЛЮСИ ГЕОГРАФІЧНІ, , полюси Землі (лат. *polus*, від грец. *πολος*, букв. — вісь) — точки перетину із земною поверхнею уявної миттєвої *осі обертання Землі*.

Є Південний і Північний П. г. До них сходяться *меридіани земні*. Внаслідок того, що миттєва вісь обертання Землі переміщується в тілі Землі, відбувається *рух полюсів Землі* (див. *Полодія*).

ПОЛЮСИ ЗЕМЛІ — те ж саме, що й *полюси географічні*.

ПОЛЮСИ СВІТУ (лат. *polus*, від грец. *πολος*, букв. — вісь) — дві точки *небесної сфери*, в яких її перетинає *вісь світу*.

Є Південний полюс світу і Північний полюс світу. Внаслідок *прецесії* П. с. повільно зміщуються відносно *зір*, описуючи протягом 26 тис. років коло радіусом приблизно 23.5° з центром у полюсі *екліптики*. Крім того, внаслідок *нутації* П. с. відхиляються від середньої траєкторії на $\pm 9''$ з періодом 18.6 року. В наш час поблизу Північного П. с. (у 1966 — на *кутовій відстані* $54'$, у 1986 — $49'$, у 1997 — $45'$ від нього) розташована *Полярна зоря* (α *Малої Ведмедиці*).

ПОЛЮС ОСВІТЛЕНОСТІ — те ж саме, що й *підсонячна точка*.

ПОЛЯРИ, зорі типу АМ Геркулеса — зорі, оптичне *випромінювання* яких сильно *поляризоване*: ступінь лінійної *поляризації* становить близько 10%.

Відомо близько десяти П. Вони належать до *новоподібних зір* і, як і ін. об'єкти цього класу, мають змінний *блиск*. Більшу частину часу П. перебувають у двох станах — високому (або активному) і низькому. У високому стані *світність* П. в декілька разів біль-

ша, ніж у низькому. Першою виявленою зорею цього типу була зоря АМ Геркулеса (АМ Her), за іменем якої названо цілий клас об'єктів.

Значна частина випромінювання П. припадає на рентген. діапазон, де *світність* становить близько $1/40$ — $1/4L_{\odot}$. П. — *тісні подвійні системи* з перенесенням *маси* від вторинної компоненти — карлика пізнього *спектрального класу*, до гол. компоненти — білого карлика з сильним магнітним полем. Системи, що утворюють П., мають ультракороткі періоди — від 80 хв до 4 год. Обертання білого карлика майже або точно синхронізоване з його орбітальним рухом. У тісних подвійних системах речовина, що перетікає, звичайно формує *акреційний диск*, проте у випадку П. рух *акреціуючої речовини* визначений магнітним полем білого карлика. Речовина рухається вздовж магнітних силових ліній і випадає на поверхню зорі біля магнітних полюсів, причому темп *акреції* на різні полюси може бути різним (як крайній випадок розглядають *акрецію* тільки на один полюс). Речовина, що випадає на полюс, формує *акреційну колону*, випромінювання якої домінує в системі. Акреційна колона відповідальна також і за рентген. випромінювання П. Перехід П. в низький стан зумовлений зменшенням темпу *акреції*, причини якого не з'ясовані.

За властивостями до П. тісно примикають *проміжні полярні*.

ПОЛЯРИЗАЦІЯ НЕБОСХИЛУ — явище *поляризації світла*, переважно сонячного, а також місячного та ін. небесних світил, що розсіяне в земній *атмосфері* (див. *Розсіювання електромагнітного випромінювання*), та залежність ступеня *поляризації* в різних точках *небесної сфери* від положення на ній цих світил. Уперше П. н. виявив франц. учений Д. Араго в 1809. Гол. механізмами розсіювання світла в земній атмосфері є *релейське розсіювання електромагнітного випромінювання* на флюктуаціях концентрації молекул повітря та розсіювання світла на аерозолях (тобто на пилинках, краплинках води, сніжинках, кристалах льоду тощо (див. *Теорія Мі розсіювання електромагнітного випромінювання*). Розсіяне за законом Релея електромагнітне випромінювання завжди частково *поляризо-*

ване. Наявність же в атмосфері аерозольних частинок майже завжди зменшує ступінь поляризації світла небосхилу. Тому ступінь П. н. ніколи не досягає 100%, проте іноді фіксують досить високі його значення (до 80%).

Навіть у чистій атмосфері розподіл ступеня поляризації світла, що спостерігають, по небосхилу не відповідає точно тому, який випливає з теорії Релея. В ясний сонячний день світло від різних частин небосхилу головно поляризоване. Проте є чотири так звані нейтральні точки, у яких ступінь поляризації $p=0\%$, що розташовані в площині сонячного вертикала: це ділянка неба над Сонцем (точка Бабіне, за прізвиськом ученого, що виявив цю точку), симетрична їй ділянка під Сонцем (точка Брюстера), ділянка над антисолярною (протилежною до Сонця) точкою (точка Араго) та симетрична їй ділянка під антисолярною точкою. Відстані цих ділянок від Сонця та антисолярної точки змінюються приблизно в межах від 12 до 30° залежно від висоти Сонця над горизонтом, кількості аерозолей в атмосфері, від альbedo Землі та довжини світлової хвилі. Якщо вміст аерозолей середній, а Сонце низьке, то ця відстань становить 16—18°. Зі збільшенням висоти Сонця над горизонтом точки Бабіне і Брюстера наближаються до Сонця, а точка Араго та симетрична до неї наближаються до антисолярної точки і разом з нею опускаються за горизонт. Якщо вміст аерозолей в атмосфері або альbedo Землі збільшують, то нейтральні точки віддаляються від Сонця.

Макс. ступінь поляризації має світло від зеніту, якщо Сонце перебуває поблизу обрїю (над чи під ним). Зі збільшенням висоти Сонця зона макс. поляризації зміщується від зеніту, проте завжди є на сонячному вертикалі на відстані приблизно 90° від Сонця.

Розподіл орієнтації площини поляризації на небосхилі теж залежить від висоти Сонця та концентрації аерозолей.

Вміст аерозолей значно впливає на П. н., тому що, по-перше, розсіювання на великих частинках зменшує ступінь поляризації світла, і, по-друге, під час розсіювання світла для наявності аерозолей збільшується кратність розсіювання, тобто кількість актів повторного розсіювання кожного фотона. Все це

зменшує ступінь П. н. Дуже значне зменшення П. н. спостерігають після великих лісових та степових пожеж і особливо потужних вивержень вулканів. Після знаменитих вивержень вулканів Кракатау 1883 та Агунга 1963 макс. ступінь П. н. над значною частиною земної кулі не перевищував 50%, а також з'являлись чотири нові нейтральні точки. Ці явища спостерігали протягом 1—2 років.

Проте іноді наявність в атмосфері поблизу Сонця чи Місяця, у гало кристалічних аерозолей збільшує ступінь поляризації світла (до 100%) за рахунок звичайного відбивання і заломлення світлових променів та внаслідок подвійного заломлення в оптично анізотропних кристалах. У середньому ступінь поляризації білого світла в широких гало (кутові діаметри 20—40°) становить приблизно від 4 до 16%.

ПОЛЯРИЗАЦІЯ СВІТЛА (електромагнітного випромінювання) — фіз. характеристика світлових пучків, зумовлена поперечністю (векторною природою) електромагнітних хвиль. Як впливає з теорії електромагнітного поля Дж. Максвелла, електромагнітна хвиля — це поширення в просторі коливань абсолютних значень векторів напруженостей електричного поля E та магнітного поля H (див. *Електромагнітне випромінювання*). Ці вектори взаємно перпендикулярні і коливаються в площині, перпендикулярній до напрямку поширення хвилі (тобто до осі світлового пучка, див. рис). П. с. відображає наявність переважного напрямку орієнтації світлового вектора (вектора E електромагнітної хвилі в точці спостережень та/або напрямку його обертання навколо вектора напрямку поширення хвилі (навколо осі x світлового пучка). Водночас у випадку неполяризованого світла в кожен момент часу світловий вектор у точці спостережень може мати будь-яку орієнтацію в площині коливань. Проста монохроматична електромагнітна хвиля завжди поляризована в довільній точці простору. Для матем. опису стану поляризації такої хвилі в точці спостережень вектор E розкладають на дві взаємно перпендикулярні складові E_l та E_r , кожен з яких описує гармонійний закон і які мають зміщені одна щодо одної фази коливань. Положення кінця вектора E

на кожен момент часу в точці спостережень описують рівнянням еліпса:

$$\begin{aligned} (E_l/E_{0l})^2 + (E_r/E_{0r})^2 - 2E_lE_r/E_{0l}E_{0r} \cos\alpha = \\ = \sin^2\alpha, \end{aligned}$$

де E_{0l} , E_{0r} — макс. амплітуди складових вектора \mathbf{E} ; α — різниця між фазами коливань E_{0l} та E_{0r} відповідно в точці спостережень на заданий момент часу. Такий стан поляризації електромагнітних хвиль називають еліптичною П. с. Якщо в цьому випадку кінець вектора \mathbf{E} обертається за годинниковою стрілкою, то еліптичну П. с. називають ще правосторонньою, якщо ж обертання відбувається проти годинникової стрілки, то П. с. лівостороння.

Крім того, електромагнітна хвиля може перебувати в стані колової (циркулярної) поляризації, якщо амплітуди складових \mathbf{E} однакові і різниця фаз $\alpha = \pm m(\pi/2)$, $m=1, 2, 3, \dots$. У цьому випадку спостерігають ліво- або правосторонню П. с. залежно від напрямку обертання кінця вектора \mathbf{E} . Якщо різниця фаз коливань складових вектора \mathbf{E} $\alpha = 0 \pm m\pi$, $m=1, 2, \dots$, то вектор \mathbf{E} коливається в одній площині, і П. с. в цьому разі називають лінійною (або плоскою), та використовують термін плоскополяризоване світло, або ще лінійна П. с. Площину коливань світлового вектора у цьому випадку називають площиною поляризації.

Якщо в двох світлових пучках, що їх спостерігають одночасно, великі осі еліпсів поляризації лежать у взаємно перпендикулярних площинах, то такі пучки називають ортогонально поляризованими, або ж пучками з ортогональними формами поляризації. Аналогічно ортогональні форми поляризації мають два лінійно поляризовані пучки із взаємно перпендикулярними площинами поляризації, а також ліво- та правоцикулярно поляризовані пучки.

У природі зрідка спостерігають прості монохроматичні електромагнітні хвилі. Пучки світла від переважної більшості косм. і наземних джерел випромінювання є суперпозицією простих світлових хвиль, і, як звичайно, в одному пучку є світлові хвилі з різними станами П. с. Причому досить часто спостерігають джерела так званого звичайного випромінювання, тобто неполяризованого. Проте найчастіше трапляються джерела, у випромінюванні яких

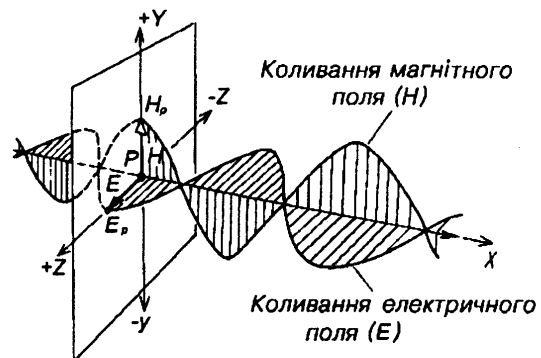
наявні одночасно і поляризовані, і неполяризовані пучки. Таке випромінювання називають частково поляризованим, причому найчастіше спостерігають частково поляризовані світлові пучки з еліптичною поляризацією.

Для аналізу пучка частково поляризованого світла його за допомогою спеціальних приладів (див. нижче) розкладають на повністю поляризовану та неполяризовану складові, або ж на складові з двома взаємно ортогональними формами поляризації, які найбільше відрізняються між собою за інтенсивностями (див. *Інтенсивність випромінювання*). Складову з більшою інтенсивністю називають макс., з меншою — мін. Звичайне світло можна розкласти на дві складові з ортогональними поляризаціями та однаковими інтенсивностями. Кількісно стан часткової П. с. описують ступенем поляризації p , який обчислюють як відношення інтенсивностей поляризованої складової пучка I_p і неполяризованої I : $p = I_p/I$. Крім того, p визначається також шляхом вимірювання інтенсивностей макс. та мін. складової:

$$p = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min}).$$

Описуючи стан поляризації світлового пучка потрібно також визначити орієнтацію площини поляризації. В астрономії для цього використовують *позиційний кут*. Найповнішу кількісну характеристику П. с. одержують за допомогою *Стокса параметрів*.

В астрономії та астрофізиці дослідження П. с. від косм. тіл має дуже ве-



Поляризація світла

лике значення, оскільки в природі є різні чинники, які можуть змінювати стан поляризації електромагнітних хвиль залежно від будови джерел випромінювання та фіз. умов у косм. тілах і космічному просторі. Зокрема, П. с.

відбувається під час розсіювання електромагнітного випромінювання атомами та молекулами (див. Релеївське розсіювання електромагнітного випромінювання), напр., в атмосферах планет, зокрема і в атмосфері Землі (див. Поляризація небосхилу). П. с. сонячної корони виникає внаслідок розсіювання сонячного випромінювання вільними електронами в навколосонячному просторі (див. Томсонівське розсіювання електромагнітного випромінювання). П. с. відбувається також під час розсіювання електромагнітних хвиль пилинками в пилових хмарах та аерозолями в планетних атмосферах (див. Теорія Мі розсіювання електромагнітного випромінювання), а також у разі відбивання світла від твердих поверхонь косм. тіл (астероїдів, Місяця та ін.). Крім того, поляризоване світло випромінюється унаслідок розщеплення енергетичних рівнів атомів та молекул під дією сильних магнітних полів (ефект Зеємана, наприклад, у магнітних зорях, у магнітних силових трубках на Сонці та в ін. косм. об'єктах) та електричних полів (ефект Штарка). Поляризованим є синхротронне випромінювання релятивістських електронів, що рухаються в магнітних полях (див. Крабподібна туманність), а також електромагнітне випромінювання від багатьох ін. косм. джерел.

П. с. досліджують за допомогою поляризаторів, аналізаторів, фазових пластинок та ін. спеціальних поляризаційних приладів, а також поляриметрів різних конструкцій.

ПОЛЯРИССИМА (лат. *polaris* — полярний) — зоря поблизу полюса світу, яку весь час видно в полі зору меридіанного кола. П. використовують як природні міри для контролю за стабільністю положення осі інструмента.

ПОЛЯРНА — те ж саме, що й *Полярна зоря*.

ПОЛЯРНА ЗОРЯ, Полярна — зоря α Малої Ведмедиці, найяскравіша в сузір'ї.

Зоряна величина візуальна 1.9—2.1^m, колір жовтий. Кутова відстань від Північного полюса світу приблизно 45' (1997), унаслідок чого П. з. зберігає майже незмінним своє положення на небесній сфері під час її видимого добового обертання. Вказує напрям на північ та широту місця спостереження, яка

приблизно дорівнює висоті П. з. над горизонтом. П. з. — потрійна зоря; найяскравіша її компонента є змінною зорею — цефеїдою з амплітудою зміни блиску 0.14^m та періодом близько 4 діб.

П. з. не завжди була поблизу Північного полюса світу, оскільки положення Північного полюса світу серед зір змінюється: внаслідок прецесії вісь обертання Землі повільно з періодом 26 тис. років описує у просторі конус з кутівим радіусом 23.5°.

ПОЛЯРНА НІЧ — період року, коли Сонце у високих широтах не підіймається над горизонтом і безпосередньо не освітлює ці райони Землі.

П. н. буває у полярних регіонах, які розташовані на північ від Північного полярного кола та на південь від Південного. На Північному полярному колі Сонце не сходить один раз у році — у день зимового сонцестояння, коли воно має мін. схилення $\delta_{\odot} = -23^{\circ}26'$. У міру зростання широти збільшується дуга екліптики, яку не видно над горизонтом. П. н. стає довшою, на полюсі вона сягає півроку, триваючи від дня осіннього до дня весняного рівнодення.

На Південному полярному колі Сонце не сходить у день літнього сонцестояння, а на Південному полюсі П. н. триває від дня весняного до дня осіннього рівнодення.

Рефракція світла ускладнює явище П. н., унаслідок чого П. н. стає трохи коротшою. В табл. наведено тривалість П. н. і полярного дня для різних геогр. широт Північної півкулі Землі з урахуванням рефракції.

Тривалість полярних дня і ночі з урахуванням ефекту рефракції, доби

φ	Полярна ніч	Полярний день
67°	0	0
68	23	40
70	55	70
72	72	86
74	86	100
76	99	114
78	111	126
80	123	137
82	134	148
84	144	158
90	176	189

ПОЛЯРНА ТРУБА — астр. інструмент, призначений для точного визначення *схилень* навколополярних зір з метою одержання сталих *аберації* і *ну-тації*.

П. т. — це нерухокий, націлений на *Північний полюс світу*, довгофокусний фотографічний *телескоп*. За допомогою П. т. протягом кількох годин безперервно або з перервами фотографують сліди зір під час їхнього видимого добового руху навколо полюса.

ПОЛЯРНЕ КОЛО — *паралель земна*, *широта* якої $66^{\circ}34'$ (Північне П. к.), або $-66^{\circ}34'$ (Південне П. к.). Для спостерігача на північному П. к. світила, у яких *схилення* $\delta > +23^{\circ}26'$, не заходять за *горизонт*, а ті, в яких $\delta < -23^{\circ}26'$, не з'являються над *горизонтом*. Для спостерігача на Південному П. к. — навпаки. У дні літнього *сонцестояння*, тобто близько 21—22 червня для Північної півкулі, спостерігач, що перебуває на Північному П. к., тільки опівночі за місцевим справжнім сонячним часом може спостерігати дотик центра сонячного диска до лінії матем. горизонту. Північніше ж Північного П. к. протягом *добы Сонце* не заходить взагалі (полярний день). Водночас спостерігач на Південному П. к. тільки опівдні за місцевим справжнім сонячним часом може спостерігати півдиска Сонця над *горизонтом*, а південніше Сонце не сходить зовсім (полярна ніч). У дні зимового *сонцестояння*, близько 21—22 грудня для Північної півкулі у вказаних точках спостерігають явища, протилежні до описаних. Найбільша висота Сонця над *горизонтом* на П. к. може становити $46^{\circ}54'$.

ПОЛЯРНЕ СЯЙВО — підвищена емісія верхньої *іоносфери* і комплекс явищ, які її супроводжують і простежуються у високоширотних районах *Землі*.

П. с. спостерігають як сильне світіння неба у формі дуг, променів, смуг тощо. Воно виникає під час вторгнення в земну *атмосферу* енергійних протонів і електронів, а також унаслідок швидких коливань інтенсивності геомагнітного поля. Переважне *випромінювання* в П. с. — емісія атомарного кисню на довжині хвилі 630 нм і молекулярного азоту на довжині хвилі 557 нм, які збуджені енергійними частинками сонячного і магнітосферного походження, що ство-

рює червоно-зелену гаму світіння на висоті близько 100 км і вище.

Енергія випромінювання в невидимій частині *спектра* суттєво перевищує енергію випромінювання у видимому діапазоні. Під час П. с. спостерігають підвищення іонізації в нижній іоносфері.

Тривалість П. с. — від десятків хвилин до кількох діб. Частота їхньої появи корелює із сонячним 11-річним циклом, 27-денним циклом, *порою року* і магнітною активністю.

ПОЛЯРНИЙ ДЕНЬ — період *року*, коли *Сонце* на високих *широтах* не опускається під *горизонт*.

П. д. буває в приполярних регіонах, які розташовані на *північ* від Північного *полярного кола* та на *південь* від Південного.

На полярних колах Сонце не заходить один раз у році: на Північному — у день літнього *сонцестояння*, коли Сонце має макс. *схилення* $\delta_{\odot} = 23^{\circ}26'$, на Південному — у день зимового *сонцестояння*, коли воно має мін. *схилення* $\delta_{\odot} = -23^{\circ}26'$. У міру наближення до полюсів тривалість П. д. збільшується, сягаючи півроку на полюсах. Фактично ж внаслідок *рефракції* це явище ускладнюється, тривалість П. д. збільшується (див. *Полярна ніч*).

ПОЛЯРНІ КООРДИНАТИ — два числа, які визначають положення точки на площині щодо деякої фіксованої точки (полюс) і деякого фіксованого променя (полярної осі), що виходить із полюса. Позначають: ρ — полярний радіус (дорівнює відстані від полюса до точки) і φ — кут між радіусом і полярною віссю.

Кут φ іноді називають *фазою*, або амплітудою точки на площині. Для взаємно однозначної відповідності між точками площини і парами П. к. зміна П. к. звичайно обмежена проміжками: $0 \leq \rho < \infty$; $0 \leq \varphi < 2\pi$.

ПОНОМАРЬОВ Микола Георгійович (1900—1942) — рос. оптик, конструктор астр. інструментів. З 1920 працював у Державному оптичному й Астр. ін-тах у Ленінграді, з 1934 — на Державному оптико-механічному заводі.

Конструктор першого в СРСР рефлексора (встановленого в Абастуманській обсерваторії) і першого спектроскопа, коронографів і целостатів, а також ін. астр. приладів.

ПОПЕЛЯСТЕ СВІТЛО — слабке світіння диска *Місяця* в період, близький до фази *нового Місяця*, коли він не освітлений прямими сонячними променями. Першим пояснив природу цього явища Леонардо да Вінчі: П. с. спричиняють сонячні промені, відбиті від *Землі*, яка в цей час повернута до *Місяця* більшою частиною своєї освітленої *Сонцем* півкулі.

З вимірювань П. с. можна визначити альbedo *Землі*.

ПОПРАВКА ГОДИННИКА — різниця між точним часом та показом годинника в заданий момент. Точний час визначають за прийнятою шкалою часу, яку запроваджують та зберігають спеціальні установи *служби часу*. П. г. на заданий момент може бути додатною (годинник «відстає») або від'ємною (годинник «поспішає»); іноді П. г. означають як різницю між показами годинника та точним часом, і тоді її знак змінюють на протилежний.

Значення П. г. майже у всіх годинників увесь час змінюється протягом певного відрізка часу (за годину, добу тощо), тобто є функцією часу, і її похідну називають *ходом годинника* (годинним, добовим тощо).

Тому в практиці астр. досліджень П. г., які використовують під час астр. спостережень, визначають регулярно шляхом *синхронізації годинників* зі шкалою *всесвітнього координованого часу* (UTC) з високою точністю (до 0.001 с) за допомогою приймання радіосигналів, що їх передають спеціальні радіостанції *служби часу*.

У побуті П. г. можна визначити за сигналами UTC, які передають через радіотрансляційну мережу та радіомовними станціями з похибкою приблизно 0.1—0.2 с. П. г. астр. годинників визначають також з астр. спостережень (тепер головню для визначення систематичних різниць між шкалою *атомного часу* та шкалою *всесвітнього часу* або шкалою *земного динамічного часу*). У цьому випадку реєструють моменти перетину зорями *меридіана небесного* або *альмукантарата* за допомогою, напр., *пасажного інструмента* або *призмової астролябії* чи *зеніт-телескопа* (у шкалі *всесвітнього часу*), або ж реєструють моменти зникнення чи появи зір у разі *покриття/відкриття* їх *Місяцем*,

планетами або *астероїдами* (у шкалі *земного динамічного часу*). Визначення П. г. з астр. спостережень є також одним із завдань *практичної астрономії*.

ПОПУЛЯРНІ АСТРОНОМІЧНІ ЖУРНАЛИ — «L'Astronomie» (Париж, з 1887); «Sky and Telescope» (Кембридж, з 1941); «Земля и Вселенная» (Москва, з 1965); «Journal of the British Astronomical Association» (Лондон, з 1890); «Die Sterne» (Лейпциг, з 1921); «Mercury» (Сан-Франциско, з 1889).

ПОРИ (на Сонці) — невеликі *сонячні плями*, які не мають *півтіні*. Діаметр П. 700—4000 км, *яскравість* становить 50% від фотосферної, тривалість існування — від кількох годин до декількох діб. Процес утворення П. триває близько 45 хв. Спочатку в центрі супергрануляційної комірки в лінії H_{α} «спливає» магнітне поле, яке в наступні 4—5 год переміщується до краю комірки. В місці, де з'єднуються три комірки, і виникає П. Найчастіше вони трапляються в групах сонячних плям. Тільки невелика частина П. розвивається в плями нормальних розмірів. Напруженість магнітного поля в П. досягає $1.2 \cdot 10^5 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ (1500 Е).

Невеликі пори називають *мікропорами*, їх можна ототожнити з *магнітними вузлами*.

ПОРИ РОКУ (весна, літо, осінь, зима) — проміжки року, зумовлені видимим річним рухом *Сонця*.

Зміна П. р. відбувається внаслідок нахилення *осі обертання Землі* до площини земної орбіти під кутом $66^{\circ}34'$. У Північній півкулі *Землі* весна починається в момент (20—21 березня), коли центр диска *Сонця* під час його переходу з Південної небесної півкулі в Північну перетинає *екватор небесний* у *точці весняного рівнодення*; літо — у момент літнього *сонцестояння* (21—22 червня); осінь — у момент (22—23 вересня), коли центр диска *Сонця* під час його переходу з Північної небесної півкулі в Південну перетинає *екватор небесний* у *точці осіннього рівнодення*; зима — у момент зимового *сонцестояння* (21—22 грудня). Внаслідок еліптичності орбіти *Земля* рухається навколо *Сонця* нерівномірно, і П. р. мають неоднакову тривалість. У Північній півкулі весна триває 92.8 *доб*, літо — 93.6, осінь — 89.8 і зима — 89 діб.

ПОТЕМНІННЯ ДО КРАЮ — зменшення *яскравості* диска зорі від центра до краю. Явище П. до к. має просте пояснення. До спостерігача доходить *випромінювання* тільки із шарів, розташованих на оптичних глибинах уздовж променя зору близько одиниці і менше. Геом. глибина точки, яка відповідає одиничній *оптичній товщині*, макс., коли промінь зору напрямлений перпендикулярно до поверхні зорі, і зменшується зі збільшенням кута між променем зору і нормаллю до поверхні зорі. Тому в центрі диска зорі до спостерігача доходить випромінювання з глибших і гарячіших шарів, ніж на краю диска. Оскільки розподіл *яскравості* по диску зорі залежить від коефіцієнта поглинання, то П. до к. в різних спектр. ділянках неоднакове. Там, де коефіцієнт поглинання речовини *атмосфери* зорі великий і на краю диска, і в його центрі, до спостерігача доходить лише випромінювання, яке йде від зовн. шарів. Тому П. до к. мале, і диск практично має рівномірну *яскравість*. Навпаки, у спектр. ділянках з малим коефіцієнтом поглинання речовини атмосфери П. до к. досить велике. Напр., у візуальній ділянці *спектра* *яскравість* на краю сонячного диска становить близько 40% *яскравості* в центрі. П. до к. безпосередньо вимірюють тільки для Сонця. Проте дослідження *кривих блиску фотометричних подвійних* дає змогу визначити П. до к. і для ін. зір.

ПОТЕНЦІАЛЬНА ЕНЕРГІЯ ЗОРІ — енергія, яка дорівнює роботі розпилення речовини зорі на нескінченність. П. е. з. описує формула

$$U \approx 1.5(GM^2/R),$$

де G — *гравітаційна стала*; M і R — відповідно *маса* і *радіус* зорі. Для Сонця при $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг і $R_{\odot} = 6 \cdot 10^8$ м $U = 6 \cdot 10^{41}$ Дж. У процесі формування зорі з уламка газопилової хмари П. е. з. вивільняється, причому одна половина її висвічується, а ін. — витрачається на розігрівання надр *протозорі*. Різке стискування (*гравітаційний колапс*) зорі до розмірів $R = 10$ км призводить до виділення П. е. з. саме такої, яка виділяється під час спалахів *наднових*. Це й дало підставу ще в 1934 В. Бааде і Ф. Цвіккі (США) висловити гіпотезу, за якою спалах наднової є наслідком переходу зорі в стан *нейтронної зорі*.

ПОТІК ВИПРОМІНЮВАННЯ, променистий потік — кількість енергії *електромагнітного випромінювання*, що проходить за одиницю часу у заданому інтервалі довжин хвиль (частот) через ділянку опроміненої поверхні заданої площі в напрямі нормалі до поверхні у межах заданого *тілесного кута*. П. в. Φ через певну поверхню можна визначити як добуток енергетичної *освітленості* E цієї поверхні на її площу σ : $\Phi = E \sigma$. У випадку монохроматичного *випромінювання* з довжиною хвилі λ П. в. називають також монохроматичним, і $\Phi = \int \Phi(\lambda) d\lambda$. Якщо $I(\lambda)$ — монохроматична *інтенсивність випромінювання* з довжиною хвилі λ , що проходить через поверхню з площею σ в межах тілесного кута Ω , то монохроматичний П. в. визначають як $\Phi(\lambda) = I(\lambda) \sigma \Omega$.

Використовують також поняття П. в. джерела випромінювання, тобто потужність енергії випромінювання з поверхні джерела (світила) в певний тілесний кут. Зокрема, П. в. усієї видимої з точки спостережень поверхні джерела (світила) в тілесний кут 1 стерадіан називають силою випромінювання джерела (розмірність її [Вт/ср], див. також *Яскравість*). В *астрофізиці* іноді користуються також терміном повний П. в. світила, що означає потужність випромінювання косм. світила в межах повного тілесного кута (те ж саме, що і *світність*).

У теорії *перенесення випромінювання* застосовують поняття вектора потоку випромінювання частоти ν :

$$\vec{H}_{\nu} = \int \vec{\omega}' I_{\nu}(\vec{\omega}') d\omega', \quad (4\pi)$$

де $I_{\nu}(\omega')$ — *інтенсивність випромінювання*; $d\omega'$ — елемент тілесного кута. Якщо позначити через β кут між векторами $\vec{\omega}'$ та $\vec{\omega}$, так що $\cos \beta = \vec{\omega}' \vec{\omega}$, то проекція вектора \vec{H} на напрям $\vec{\omega}$

$$H_{\nu} = \int I_{\nu} \cos \beta d\omega' \quad (4\pi)$$

і називається потоком випромінювання у цьому напрямі.

У *Міжнародній системі одиниць* СІ П. в. вимірюють у ватах (1 Вт = 1 Дж/с). Монохроматичний П. в. характеризує спектр. щільність, яку визначають як відношення П. в. у вузькому інтервалі частот до ширини цього інтервалу,

вимірюють у [Вт/м]. Однак у практиці енергетичних вимірювань, зокрема і в астрофізиці та астрономії, для спектр. щільності П. в. частіше використовують розмірність [Вт/мкм, Вт/нм] або ж аналогічні одиниці в системі СГС. Значення П. в. через задану поверхню в точці спостережень у цих одиницях визначають шляхом порівняння його з П. в. через цю поверхню в цій точці від спеціального еталона одиниці П. в. — моделі чорного тіла.

У випадку видимого діапазону спектра монохроматичний П. в. $\Phi(\lambda)$ пов'язаний з монохроматичним світловим потоком $F(\lambda)$ для заданої довжини хвилі випромінювання λ за допомогою спектр. світлової ефективності $K(\lambda)$: $F(\lambda) = K(\lambda)\Phi(\lambda)$, або ж в інтервалі довжин хвиль від λ_1 до λ_2 :

$$F = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K(\lambda)\Phi(\lambda)d\lambda = 683 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V(\lambda)\Phi(\lambda)d\lambda,$$

де $V(\lambda) = K(\lambda)/683$ — відносна спектр. світлова ефективність; 683 лм/Вт — макс. значення $K(\lambda)$ при $\lambda=0.555$ мкм (див. Світловий потік).

ПОТРІЙНА АЛЬФА-РЕАКЦІЯ — послідовність термоядерних реакцій, унаслідок яких три ядра гелію (три альфа-частинки) утворюють ядро вуглецю. П. а.-р. відбувається при температурах понад 10^8 К. Питомий вихід енергії під час П. а.-р. нижчий, ніж під час водневого циклу: унаслідок перетворення 1 г гелію у вуглець виділяється приблизно в десять разів менше енергії, ніж унаслідок перетворення 1 г водню в гелій. У зорях з масою до $10M_{\odot}$ гелій «горить» у ядрі на стадії горизонтального відгалуження та в навколоядерному шарі на стадії асимптотичного відгалуження гігантів.

ПОТСДАМСЬКА АСТРОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ (Astrophysikalisches Observatorium Potsdam) — астрофіз. обсерваторія Берлінської АН, заснована 1874. Розташована в м. Потсдам (Німеччина) ($\lambda=+13^{\circ}04.0'$; $\varphi=+52^{\circ}22.9'$; $h=107$ м).

Гол. дослідження: фізика зір, косм. магнітні поля, фізика Сонця, радіоастрономія.

Гол. інструменти: подвійний (80- і 50-см) рефрактор, 20-см астрограф,

70- і 40-см рефлектори, 50-см Шмідта телескоп, баштовий сонячний телескоп, 10-м радіотелескоп.

ПОЧАТКОВА ФУНКЦІЯ МАС — функція, якою описують розподіл за масами зір, що формуються.

П. ф. м. $\psi(M)$ визначена співвідношенням

$$\psi(M) \propto dN(M) / d \lg M,$$

де M — маса зорі; $dN(M)$ — кількість зір у діапазоні від M до $M+dM$. Поряд із П. ф. м. використовують початковий спектр мас (ПСМ) — функцію $n(M)$, яка визначає кількість зір, що формуються за одиницю часу в одиничному діапазоні мас. П. ф. м. і ПСМ пов'язані співвідношенням

$$\psi(M) \propto Mn(M).$$

Безпосередньо зі спостережень П. ф. м. не визначають, бо тоді одержують тільки сучасну функцію мас, тобто розподіл зір за світностями (або спектрами), які за допомогою маса—світність залежності переобчислюють у розподіл зір за масами. Сучасна функція мас описує розподіл за масами зір, які сформувалися в різні моменти часу. Задаючи залежність швидкості зореутворення від часу і тривалість існування зір різних мас, за сучасною функцією мас можна обчислити П. ф. м.

Уперше П. ф. м. за сучасною функцією мас зір сонячного околу обчислив Е. Солпітер (1955), який одержав $\psi \approx M^{-1.35}$ для зір в інтервалі мас $0.4-0.01M_{\odot}$. Під час подальших розрахунків П. ф. м. використовували різні вибірки зір, залежності швидкості зореутворення від часу і співвідношення маса—світність. П. ф. м., одержані різними авторами, дуже відрізняються одна від одної, причому не тільки кількісно, а й якісно.

ПОЧАТКОВИЙ МЕРИДІАН ЗЕМЛІ

— те ж саме, що й Гринвіцький меридіан.

ПОЯС АСТЕРОЇДІВ, кільце астероїдів — частина навколосонячного простору в проміжку 2.1—4.3 а.о., де є орбіти астероїдів. П. а. — складний структурний утвір, що перебуває в процесі безперервної еволюції. Об'єм простору, зайнятого кільцем-тором, у якому рухаються 98% усіх астероїдів, величезний — близько $1.6 \cdot 10^{26}$ км³. Час обертання астероїдів навколо Сонця в П. а. 3—9 років. Їхній середній добовий рух стано-

вить 400—1200". Ексцентриситети орбіт астероїдів невеликі: від 0 до 0.2 і лише в деяких перевищують 0.4. *Нахил орбіт до площини екліптики* становить звичайно від 5 до 10°. Умовно в П. а. виділяють дві підсистеми: «плоску» з нахилом орбіт $i \leq 8^\circ$ і «сферичну» з $i > 8^\circ$. З десяти найбільших астероїдів у «плоску» підсистему входять чотири: 4 *Веста*, 10 *Гігія*, 16 *Психея* і 19 *Фортуна*; у сферичну — всі ін.: 1 *Церера*, 2 *Паллада*, 3 *Юнона*, 324 *Бамберга*, 511 *Давида* і 704 *Інерамнія*.

За середнім добовим рухом астероїди поділяють на п'ять груп. Численні за складом I, II і III групи (див. рис. до статті *Кірквуда люки*) охоплюють астероїди, що рухаються, відповідно, у зовн., центр. і внутр. зонах П. а. Краї П. а. — малонаселені зони *A* і *B*, розташовані відповідно біля зовн. і внутр. меж П. а. Більша частина орбіт у межах П. а. дуже стійка: астероїди рухаються по них уже 4.5 млрд. років, що минули з часу формування П. а. Структура П. а. визначена головно *збуреннями планет*, що суттєво змінюють орбіти астероїдів, спричиняючи *прецесію*, осциляцію з різними періодами та ін. Чим більші значення ексцентриситетів та нахилів орбіт, тим сильніше виявляються збурення за великі проміжки часу. Планетні збурення призводять до безперервного «переміщування» орбіт астероїдів; це зумовлює зіткнення астероїдів між собою. Швидкість, з якою астероїди пролітають один мимо одного (хаотичний компонент швидкості) в середньому становить близько $5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$. Зіткнення з такими швидкостями ведуть до руйнування тіл. Розподіл астероїдів за середніми значеннями швидкостей руху ілюструють люки *Кірквуда*. Вони поділяють весь П. а. на низку підкільць. У розподілі *перигеліїв* орбіт чітко виявляється концентрація в напрямі на *Юпітер* — вказівка на переважну роль збурень, зумовлених цією планетою.

З 1992 розпочалося відкриття об'єктів другого, занептунового, П. а., значна їхня частина рухається по орбітах, великі півосі яких $a \approx 41\text{—}49$ а. о. До середини 1999 їх відкрито 150, загальна ж їхня кількість, розмірами понад 100 км, може сягати 65 000 (див. *Плутон*).

ПОЯСНИЙ ЧАС — система відліку часу, яка ґрунтується на тому, що по-

верхня *Землі* розділена на 24 годинні пояси так, що їхні центр. *меридіани* віддалені один від одного на 15° (1 год) за довготою. П. ч. $T_{\text{п}}$ якого-небудь пункту відповідає місцевому *середньому сонячному часу* центр. меридіана того годинного поясу, в межах якого цей пункт розміщений. Годинні пояси пронумеровані від 0 до 23. За гол. меридіан нульового поясу прийнято *Гринвіцький меридіан*. Гол. меридіан 1-го годинного поясу розташований від Гринвіцького на 15° у бік сходу, 2-го — на 30° (2 год), 3-го — на 45° (3 год) і т. д.

Оскільки межі годинних поясів віддалені від гол. меридіанів приблизно на 7.5° у бік сходу або заходу, то різниця між місцевим часом якого-небудь пункту поблизу межі та його П. ч. може становити до 30 хв.

Зв'язок П. ч. $T_{\text{п}}$ будь-якого пункту з його місцевим середнім сонячним часом T_{λ} і *всесвітнім часом* UT (часом нульового поясу) описують такі співвідношення

$$T_{\text{п}} = T_{\lambda} - \lambda + N, \quad T_{\text{п}} = \text{UT} + N.$$

П. ч. вперше введено у 1884. Для деяких годинних поясів П. ч. отримав окремі назви. Напр., час нульового поясу, у межах якого розміщені Великобританія, Ірландія, Франція, Іспанія, Португалія, Бельгія, Нідерланди, Люксембург, Монако, Андорра, називають *західноєвропейським часом*; час 1-го поясу (Норвегія, Швеція, Данія, Німеччина, Швейцарія, Австрія, Чехія, Словаччина, Італія, Угорщина, Польща, Мальта, Сан-Марино, Ліхтенштейн) — *середньоевропейським*, а час 2-го поясу (Фінляндія, Естонія, Латвія, Литва, Білорусь, Україна, Молдова, Румунія, Болгарія, Греція, Кіпр, Туреччина, західні регіони Російської Федерації) — *східноєвропейським*. З деяких причин сім країн Європи — Іспанія, Франція, Бельгія, Нідерланди, Люксембург, Монако, Андорра — користуються часом сусіднього, (1-го) годинного поясу.

У США час 16-, 17-, 18-, 19- і 20-й пояси називають, відповідно, *тихоокеанським*, *гірським*, *центр.*, *східним* і *атлантичним*.

ПРАКТИЧНА АСТРОНОМІЯ — розділ *астрономії*, у якому з астр. спостережень визначають моменти астр. явищ, *координати* небесних світил, *астрономічні координати*, *азимуту* наземних

предметів. У П. а. також створюють методи та засоби відповідних астр. спостережень, за якими вирішують завдання *астрометрії*, а також практичні завдання, потрібні для життєдіяльності суспільства. Це завдання навігації (зокрема косм.), картографії, топографії, а також *геодезії*, вимірювання часу та ін. Гол. інструментами П. а., осн. методи якої розвинулись у XIX та першій пол. XX ст., є *астрономічні годинники*, *меридіанне коло*, *універсальний інструмент*, *пасажний інструмент*, *зеніт-телескоп*, *секстант*, *фотографічна зенітна труба*, *астрограф*. У другій пол. XX ст. з розвитком радіоелектроніки, косм. техніки, зв'язку, лазерної техніки та з уведенням *атомного часу* традиційні методи П. а. з визначення моментів часу та геогр. координат за наземними астр. спостереженнями поступово втрачають своє значення. Крім того, запуски спеціальних супутників, призначених для астрометр. вимірювань координат небесних світил, (напр., супутник «ГІППАРКОС»), також зменшують важливість наземних методів П. а. з визначення координат зір. Натомість розвиваються нові методи П. а., такі як *радіо- та лазерна локація планет*, *Місяця*, *штучних супутників Землі* та ін. методи.

ПРАЦІ ЕФЕКТ — розлітання зір, які утворюють *подвійну систему*, унаслідок втрати значної частини маси у разі вибуху однієї з них.

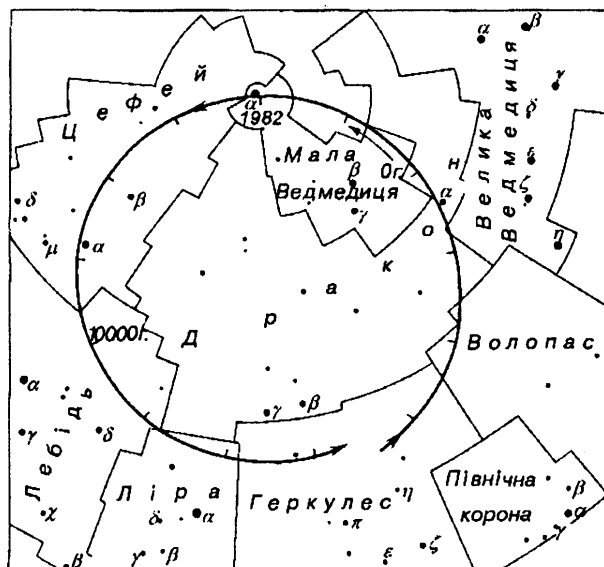
Завдяки П. е. за час існування туманності — *залишку надвоєї* — *пульсар*, який тут утворився, може віддалитися від цієї туманності на сотні *світлових років*. За допомогою П. е. можна пояснити також існування групи зір *спектральних класів O—B*, які мають аномально високі просторові швидкості.

ПРЕЦЕСІЯ (лат. *praecessio* — випередження) —

1. Рух *осі обертання* твердого тіла по коловій конічній поверхні (див. *Гіроскоп*).

2. Випередження *рівнодення*, повільний періодичний рух осі обертання Землі по коловому конусу, вісь симетрії якого перпендикулярна до площини *екліптики*, з періодом повного обертання близько 25 800 років. П. відбувається тому, що вісь обертання Землі не перпендикулярна до *екліптики*, а нахилена до неї приблизно на 23.5° і піддається гравіта-

ційним збуренням з боку тіл *Сонячної системи*. *Місяць* і *Сонце* діють на екваторіальний надлишок маси Землі, задають момент обертання, що спричиняє місячно-сонячну П. (рис.). Завдяки цьому *точка весняного рівнодення* зміщується по екватору назустріч видимому річному руху Сонця по *екліптиці* щорічно на $50.26''$. Вплив *планет Сонячної*



Рух Північного полюса світу серед зір, зумовлений прецесійним рухом осі обертання Землі

системи на рух Землі по *екліптиці* зумовлює *прецесію від планет*. Сумарний рух точки весняного рівнодення, що складається з місячно-сонячної П. і П. від планет, називають *загальною прецесією*. Відповідно до системи *астрономічних сталих* загальна П. по довготі за юліанське століття є в числі гол. сталих і $P=5029.0966''$ у *стандартну епоху J2000.0*.

Явище П. відкрив у II ст. до н. е. *Гіппарх*. Пояснення його, з позицій механіки, вперше дав *І. Ньютон* у 1687. Теорія П. була розвинена у XVIII ст. у працях *Ж. Д'Аламбера*, *П. Лапласа* і *Л. Ейлера*. Точні числові значення гол. прецесійних величин уперше визначив на початку XIX ст. *Ф. Бессель*, потім їх уточнили *О. В. Струве*, *С. Ньюком*.

ПРЕЦЕСІЯ ВІД ПЛАНЕТ — складова *загальної прецесії*, зумовлена притяганням Землі ін. планетами.

Дія П. від п. полягає у зміщенні *точок рівнодень* у напрямі руху Сонця по *екліптиці* приблизно на $0.11''$ за рік і в зменшенні кута між *екліптикою* та *екватором земним* приблизно на $0.47''$ за рік.

ПРИЗМОВА АСТРОЛЯБІЯ — астр.-геод. інструмент для визначення *широти* місця і *поправки годинника* за спостережуваними моментами проходження *зір* на різних *азимутах* через *альмукунтарат*.

П. а. використовують також для визначення екваторіальних координат *зір* і *планет*. Її винайшов А. Данжон на початку ХХ ст. Модифікований ним же варіант П. а. (П. а. Данжона) широко застосовують у *службі часу* і *службі широти*.

У П. а. світло від спостережуваної зорі, що падає на верхню грань призми і заломлюється, утворює зображення зорі у *фокальній площині об'єктива*. Друге зображення цієї ж зорі утворює частина світлового пучка, яка проходить через нижню грань призми після відбивання від ртутної поверхні. Внаслідок видимого добового руху зорі обидва зображення зближуються і суміщаються.

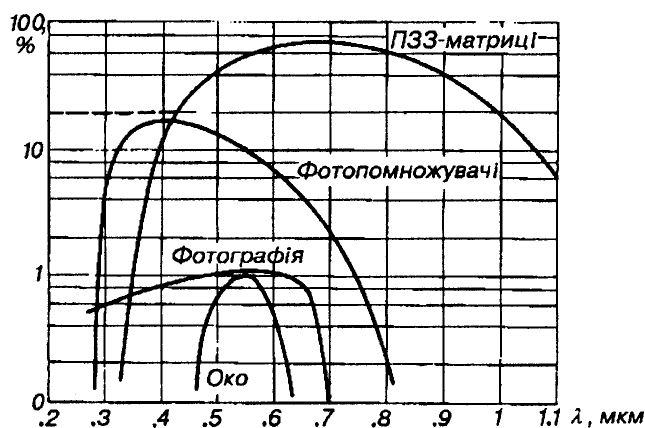
ПРИЙМАЧІ ВИПРОМІНЮВАННЯ в оптичній астрономії — пристрої, що кількісно реєструють появу *фотонів* у межах поля зору оптичної системи, фіксуючи місце та час цієї події.

Гол. характеристики П. в. такі: *інтегральна чутливість* (інтенсивність реакції на світловий сигнал), *спектр. чутливість* (залежність квантового виходу від діапазону довжин електромагнітних хвиль), *квантовий вихід* (величина, обернена до найменшої кількості квантів світла, потрібних для реєстрації світлового сигналу), *роздільна здатність* (мін. розмір елемента зображення у коміркових та фото- П. в.), *часова роздільна здатність* (найменший проміжок часу, коли можна накопичувати сигнал та його зчитувати), *коєфіцієнт перетворення світлової енергії* або посилення (підвищення рівня сигналу під дією зовн. сил, зокрема напруги в електронних фотоприймачах), *лінійність* (реакція П. в. на збудження повинна бути пропорційна до кількості фотонів, що падають) та ін.

Протягом 2000 років астрономи користувалися природним П. в. — оком, яке було і вимірювальним приладом, що давав змогу оцінювати *зоряні величини* косм. об'єктів, однак тільки наближено та до 7^m , оскільки квантовий вихід ока всього 10%, а поріг чутливості близько

50 квантів за секунду (при $\lambda_0=513$ нм). Революцію в *астрономії* зробили перші фотографії *спектрів* яскравих *зір*, які одержано у 1863. З того часу до другої пол. ХХ ст. фотографічні емульсії на плівковій та скляній підкладці були гол. П. в. Фотографічні матеріали безперервно удосконалюють. За контрастом їм досяжні значення 10^{-3} . Спектр. чутливість фотоемульсій визначена ступенем сенсibilізації та пристосуванням до різних ділянок спектра. Загальний діапазон чутливості фотоемульсій — від 0.0001 до 1.2 мкм. Інформативність для астр. негативів досягає $1.6 \cdot 10^5$ елементів на 1 см^2 , так що на фотопластинці розміром $35 \times 35 \text{ см}^2$ кількість елементарних П. в. дорівнює $2 \cdot 10^8$. Це зумовлює потребу удосконалення методів зчитування інформації за допомогою автоматизованих *мікрофотометрів*. Сучасні фотоемульсії дають змогу з високою (близько 100%) достовірністю виявляти об'єкти в декілька разів слабкіші, ніж фон *нічного неба* (за *яскравістю* приблизно 0.2% фону) (рис.).

Астрономи широко використовують методи сенсibilізації фотографічних



Наближена картина відносного сприймання світла людським оком та деякими типовими фотоприймачами

емульсій, випробовуючи різні варіанти — обробку їх парами ртуті, аміаком, дистильованою водою, підсвічуванням, підігріванням перед експозицією, купанням у розчині формаліну або азотнокислого срібла, азотом, нарешті, воднем, що дає підвищення чутливості в 4—5 разів та доводить квантовий вихід до 4%.

З кінця 50-х рр. ХХ ст. швидко розвиваються електронні П. в., до яких належать декілька класів приймачів: вакуумні (*фотоелементи*, *фотоелект-*

ронні помножувачі, електронні камери та телевізійні системи), газонаповнені (фотоелементи) та твердотільні фотоприймачі (фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, ПЗЗ-матриці (лінійки) та ін.). Електронні П. в. спроможні реєструвати об'єкти, складені з $1 \cdot 10^6$ елементів, вони значно розширили діапазон реєстрованих електромагнітних хвиль, зокрема в бік ІЧ ділянки спектра при квантовому виході до 80%, крім того, забезпечують оперативне опрацювання інформації на ЕОМ. Вони дають змогу одержувати інформацію та керувати телескопом на далекій відстані від нього, що привело до появи нового класу телескопів, особливо косм.

ПРИКЛАДНА ГОДИНА — різниця в часі між моментом кульмінації Місяця і моментом найбільшої висоти припливного горба. П. г. зумовлена тертям, що його зазнає припливний горб у зв'язку зі складністю форми материків і морського дна. В окремих пунктах Землі П. г. досягає 6 год.

ПРИНЦИП ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ — принцип точної пропорційності гравітаційної маси, яка характеризує взаємодію тіла з полем тяжіння і яка є в законі *всесвітнього тяжіння*, та інертної маси, яка визначає опір тіла силі, що діє на нього, і є в другому законі механіки *Ньютона*. П. е. дав змогу сформулювати твердження, за яким у невеликій ділянці простору—часу поле тяжіння за своїми проявами тотожне прискореній системі відліку (див. *Маса*).

ПРИПЛИВИ — періодичні коливання рівня моря, твердих поверхневих шарів Землі та її атмосфери, зумовлені притяганням Місяця і Сонця. П. виникають тому, що сила притягання Місяцем (Сонцем) тих ділянок земної поверхні, які лежать найближче до нього, більша від сили притягання такої самої маси в центрі Землі, яка, відповідно, більша від сили притягання Місяцем (Сонцем) найдальших мас Землі, розміщених на її зворотному боці. Внаслідок цього створюється припливотворна сила (ПТС), обернено пропорційна до куба відстані від елемента маси Землі до Місяця (Сонця). Тому ПТС, зумовлена Сонцем, у 2.16 рази менша від місячної. Під дією ПТС на поверхні Землі виникає вертикальне зміщення до 50 см, а в океані і морях — припливний горб, висота

якого в Мезенській губі (Біле море) досягає 10 м, у Ла-Манші — до 15 м, у затоці Фанді (Атлантичне узбережжя Канади) — до 18 м. Гол. період П. зумовлений положенням Місяця відносно конкретних пунктів Землі й тому дорівнює 24 год 52 хв. Протягом цього часу висота П. двічі досягає свого найбільшого значення (див. *Прикладна година, Припливна хвиля*).

ПРИПЛИВНА ЕВОЛЮЦІЯ — зміна параметрів систем небесних тіл, зумовлена *припливними явищами*, які виникають у кожному з них. Зокрема, оскільки *кутова швидкість обертання Землі* більша, ніж *кутова швидкість обертання Місяця* навколо Землі, то виникає пара сил, які гальмують обертання Землі (доба зростає приблизно на 2 мс за 100 років). Відповідно, дія припливної деформації на Місяць призводить до віддалення Місяця від Землі на 3 см за рік. За деякими оцінками, мільярд років тому доба була на 4 год коротшою, ніж сьогодні, а приблизно через 4.5 млрд. років Земля за рік робитиме лише дев'ять обертів навколо своєї осі. Ефекти П. е. багато чим визначають еволюцію небесних тіл та їхніх систем, зокрема *галактик*.

ПРИПЛИВНА ХВИЛЯ — явище, пов'язане з коливанням рівня поверхні Землі, що зумовлене притягальною дією з боку Місяця і Сонця на окремі елементи її маси. Унаслідок еліптичності орбіт Землі й Місяця та *нахилу орбіти Місяця до площини екліптики* на поверхні Землі в кожний момент часу збуджується велика кількість П. х. різної інтенсивності, які умовно за періодом розділено на чотири типи: довгоперіодичні, добові, півдобові та короткоперіодичні. Тому й таблиці значень результуючої П. х. містять близько 500 елементів. Результатом додавання П. х. різних періодів є припливний горб, який пересувається по твердій поверхні Землі, морях і океанах. Для забезпечення мореплавства в багатьох країнах світу публікують «Таблиці припливів», у яких наводять наперед визначені висоти припливів у конкретних портах на кожену годину протягом року.

ПРИПЛИВНІ ЯВИЩА — сукупність явищ, пов'язаних з деформаціями *планет* та їхніх супутників, що зумовлені гравітаційною дією ін. небесних тіл.

Припливні деформації виникають у гідросфері, *атмосфері*, у твердих поверхневих шарах. Унаслідок обертання планети навколо своєї осі припливний горб пересувається по поверхні і може спричинити планетофіз. наслідки. Напр, припливні коливання в атмосферах *планет-гігантів* можуть змінити структуру та фотометр. властивості атмосфери цих планет, вони також призводять до дисипації енергії (припливне тертя) орбітального та осьового обертання планет, зміни параметрів цих рухів. П. я. на *Землі* зумовлені притяганням *Місяця* і *Сонця*.

ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ — одна з важливих характеристик умов на поверхні та в *атмосфері* світила. П. в. п. — це прискорення, якого набуває *маса* m , що вільно падає під дією сили тяжіння центр. тіла. П. в. п. обчислюють за формулою $g=GM/R^2$, де G — стала тяжіння; M та R — *маса* і *радіус* світила. Точне визначення П. в. п. на *Землі* залежить від *широти* місця φ і висоти над рівнем моря h .

Приблизні значення П. в. п. біля поверхні *Землі* $g=9.8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, *Місяця* — $1.63 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, на рівні *фотосфери Сонця* — $274 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$. П. в. п. і *температурою* газу визначена, зокрема, *протяжність* атмосфери *зорі*, а звідси і деякі особливості її *спектра*.

ПРИСМЕРКИ — поступовий перехід від денного світла до нічної темряви після заходу *Сонця* або в зворотному порядку — перед його сходом, точніше — зникнення (поява) його останнього (першого) променя ввечері (вранці).

Тривалість П. залежить від геогр. *широти* місця. Розрізняють три періоди П.

Громадянські (побутові) присмерки — у цей проміжок часу природного освітлення ще достатньо, щоб виконувати будь-які роботи на відкритій місцевості без застосування штучного освітлення. Під час громадянських П. *зенітна відстань* центра *Сонця* не перевищує 96° . Середня їхня тривалість в *Україні* — 40 хв.

Навігаційні присмерки — у цей проміжок часу, хоча умови видимості ландшафту погані внаслідок недостатньої освітленості, судноводій ще може орієнтуватись (у разі плавання корабля поблизу берега) за береговими предметами. Під час навігаційних П. *зенітна*

відстань центра *Сонця* понад 96° , однак не перевищує 102° .

Астрономічні присмерки — у цей проміжок часу на небі є ознаки світанку (або сліди вечірньої заграви), а на земній поверхні зовсім темно. Астр. спостереження слабких об'єктів уже (або ще) неможливі. Під час астр. П. *зенітна відстань* центра *Сонця* понад 102° , однак не перевищує 108° .

ПРИХОВАНА МАСА — гіпотетична темна несутінна *маса* в *протяжних коронах зір* і *гало галактик* та в *скупченнях галактик*.

Наявність П. м. передбачають на тій підставі, що маси галактик, визначені з аналізу кривих обертання галактик, і маси скупчень галактик, обчислені за *теоремою про віріал*, на 1—2 порядки перевищують маси відповідних об'єктів, визначені за їхніми *світностями*. Припускають, що П. м. зосереджена в таких формах матерії: *маломасивні зорі* низької світності; *зорі*, що завершують свою еволюцію; *льодові тіла* типу *комет*, *нейтрино* з ненульовою масою спокою.

ПРОВАНСУ ОБСЕРВАТОРІЯ — те ж саме, що й *Верхнього Провансу обсерваторія*.

ПРОГИН —

Астрономічний прогин — деформації, які виникають у *телескопі* під дією сили тяжіння і зміщують одні його частини щодо ін. та є різними залежно від положення *оптичної осі* інструмента. П. викликає зміну взаєморозташування *візирної лінії* та умовного нульового діаметра поділеного кола, тобто складається з П. труби та П. кола. П. труби, що виникає внаслідок деформацій корпусу труби, зсуву *лінз* в оправі, наявності люфтів між деталями *мікрометра*, можна розкласти на два компоненти — у площині *меридіана* і в перпендикулярній до нього площині. Перший спотворює вимірювані *зенітні відстані*; другий, так званий *бічний П.*, дає похибку у разі визначення моменту *кульмінації*. П. кола, що виникає під дією сили тяжіння, особливо сильно виявляється, коли матеріал, з якого зроблено поділене коло, має неоднорідну структуру.

Термічний прогин — П., спричинений дією *т-рного поля* на астр. інструмент (див. *Меридіанного інструмента теорія*).

ПРОЕКТ «ОЗМА» — програма пошуку сигналів від *позаземних цивілізацій*, виконана у травні—серпні 1960 *Грін-Бенк радіоастрономічною обсерваторією* під керівництвом Ф. Дрейка.

Проект названо на честь принцеси казкової країни Оз. Пошук проведено на 27-м *радіотелескопі* на довжині хвилі $\lambda=21$ см. Антену націлювали на зорі τ Кита і ϵ Еридана. Сигналів штучного походження не зареєстровано.

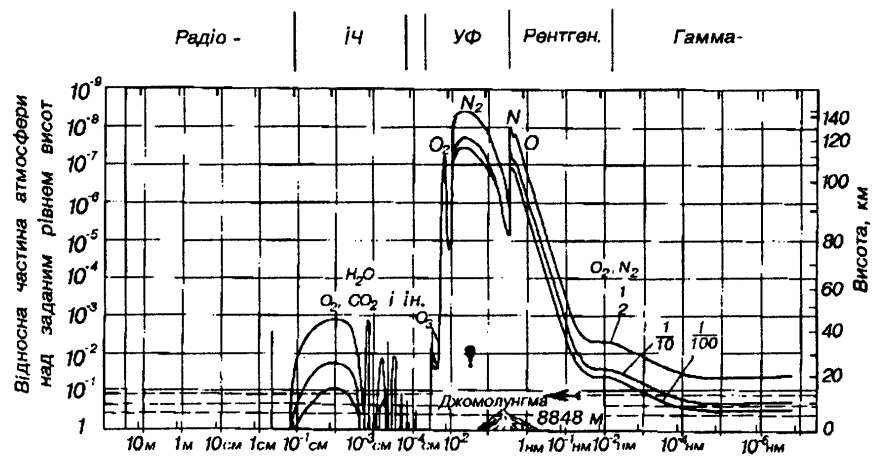
ПРОЗОРИСТЬ АТМОСФЕРИ — здатність *атмосфери* пропускати *випромінювання*: коротко- чи довгохвильове, інтегральне чи в певній ділянці *спектра*.

Земна атмосфера прозора майже повністю для випромінювання, що падає ззовні, лише в двох діапазонах: оптичному — для хвиль довжиною від 0.3 до 1.5 мкм (діапазон до 8 мкм складається з кількох вузьких смуг пропускання) та в радіодіапазоні — для хвиль довжиною від 1 мм до 15—30 м. На ін. довжинах хвиль випромінювання поглинають і розсіюють молекули та атоми, до того ж електрони *іоносфери* розсіюють (і відбивають) радіохвилі. В УФ частині спектра ($\lambda < 300$ нм) випромінювання до $\lambda=180$ нм поглинуте, головню, шаром озону O_3 , що розташований на висотах 20—60 км. У діапазоні 180—100 нм поглинання залежить від процесів іонізації та дисоціації молекул кисню. При $\lambda < 100$ нм воно пов'язане з процесами іонізації молекулярного азоту та атомарного кисню.

Вище 150 км атмосфера стає прозорою для всіх довжин хвиль УФ діапазону (крім $\lambda=121.57$ нм, тобто лінії поглинання атомарного водню). У близькому ІЧ діапазоні (до 5.5 мкм) є декілька вікон прозорості. В довгохвильовій ділянці спектра таких вікон два: перше простягається від 8.0 до 13.5 мкм, тут П. а. досягає 50—80%; друге — 16—26 мкм. У ділянці ж субміліметрових ($\lambda > 100$ мкм) хвиль поглинання зумовлене молекулами H_2O , CO_2 , і O_2 . Ця ділянка спектра доступна для спостережень з аеростатів та висотних літаків, оскільки вміст H_2O з висотою різко

зменшується. В видимій частині спектра під час спостережень поблизу *зеніту* з рівня моря поглинання за ідеального стану атмосфери дорівнює 0.21^m в жовтій частині спектра (*фотометрична система V*) і 0.34^m для синьої ділянки (фотометр. система *B*). Зі зміною *зенітної відстані* з поглинання Δm приблизно пропорційне повітряній масі ($\Delta m=0.21^m$, 0.24^m , 0.44^m , 1.20^m , при $z=0, 30, 60, 80^\circ$, відповідно).

П. а. на рівні моря залежить від ступеня забрудненості пилом. На рис. показана висота, до якої проникає випромінювання заданої довжини хвилі в діапазоні від довгих радіохвиль і до гамма-



Графіки проникнення випромінювання заданої довжини хвилі крізь атмосферу Землі: 1/2, 1/10, 1/100 — криві висот, до яких доходить 50, 10 і 1% випромінювання

випромінювання. Вся частина ІЧ спектра, жорсткого рентген. та гамма-випромінювання доступна для спостережень за допомогою апаратури, піднятої на висотних аеростатах і літаках до висоти понад 20—30 км. УФ ділянка спектра та рентген. діапазон спостерігають за допомогою апаратури, винесеної за межі атмосфери ракетами та штучними супутниками Землі.

ПРОКСИМА ЦЕНТАВРА — найближча до Сонця зоря, яка перебуває на відстані 1.31 пк у *Центаврі*. Зоряна величина видима 11.05^m . Спектральний клас M_5 . Світність П. Ц. майже в 18 000 разів менша від сонячної. П. Ц. — спалахуюча змінна зоря. П. Ц. і зоря α Центавра (*подвійна система*), розташована на відстані 0.02 пк від П. Ц., утворюють фіз. потрійну систему.

ПРОМЕНЕВА ШВИДКІСТЬ — проекція вектора просторової швидкості косм. об'єкта щодо спостерігача на напрям спостерігач—об'єкт (тобто на напрям променя зору спостерігача). Сума

векторів П. ш. косм. тіла та його *тангенціальної швидкості* повністю визначають вектор просторової швидкості цього тіла (див. також *Власні рухи*).

П. ш. v_r об'єкта визначають за *Доплера ефектом* у *спектрах* косм. світил:

$$v_r = c \Delta\lambda / \lambda,$$

де c — швидкість світла в космічному просторі; $\Delta\lambda$ — зміна довжини світлової хвилі, що відповідає заданій спектр. лінії (див. *Спектр*); λ — довжина світлової хвилі цієї спектр. лінії для нерухомого об'єкта. У випадку релятивістських об'єктів, значення П. ш. яких становлять суттєву частину від швидкості світла, а саме: якщо фактор $z = \Delta\lambda / \lambda > 0.1$ (див. *Релятивістська механіка, Червоне зміщення*), то

$$v_r = \frac{c[(1+z)^2 - 1]}{[(1+z)^2 + 1]}.$$

У цьому разі можливо, що $z > 1$ (для деяких позагалактичних об'єктів), однак завжди $v_r < c$. Особливістю П. ш. є те, що їх вимірюють безпосередньо в абсолютних одиницях (найчастіше в $[\text{км} \cdot \text{с}^{-1}]$). П. ш. має знак «+», якщо об'єкт віддаляється від спостерігача, та знак «-», якщо він наближається.

За спектрограмами, одержаними за допомогою *спектрографів*, визначають П. ш. світила відносно спостерігача, розташованого на поверхні Землі v_{r3} . На спектрограмах вимірюють з достатньою точністю довжини хвиль спектр. ліній, ототожнюють їх зі спектром нерухомого джерела (тобто зі спектром, який мало б це світило, якби його $v_{r3} = 0$), і так визначають зміщення спектр. ліній $\Delta\lambda$. Для визначення $\Delta\lambda$ застосовують також методи *інтерферометрії*, напр., еталон Фабрі—Перо. Далі за наведеними вище формулами обчислюють v_{r3} заданого об'єкта. У цьому випадку враховують таке: зміщення спектр. ліній може бути зумовлене не П. ш. світила, а ін. причинами (напр., гравітаційним полем об'єктів з дуже великими масами); П. ш., визначені за зміщенням ліній поглинання та ліній випромінювання, можуть відрізнитись між собою; ін. фактори, які впливають на точність визначень v_r . Потім зводять обчислену П. ш. до центра Сонця. У цьому разі для зір та ін. об'єктів нашої Галактики враховують:

швидкість руху Землі навколо Сонця:

$$v_a = v_3 \cos \beta [\sin(\lambda_C - \lambda) - e \sin(\lambda_P - \lambda)],$$

де $v_3 = 29.5 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ — середня орбітальна швидкість Землі; λ, β — екліптичні координати зорі; λ_C, λ_P — відповідно довготи Сонця та перигею земної орбіти; e — ексцентриситет орбіти Землі;

лінійну швидкість обертання Землі навколо своєї осі

$$v_b = -0.47 \sin t \cos \delta \cos \varphi, \text{ км} \cdot \text{с}^{-1},$$

де φ — широта точки спостережень на поверхні Землі; δ, t — схилення та годинний кут зорі.

У разі визначення П. ш. позагалактичних об'єктів щодо Сонця (так зване червоне зміщення) враховують також швидкість руху Сонця навколо центра Галактики:

$$v_C \approx 300 \cos(\lambda - 55^\circ) \cos \beta, \text{ км} \cdot \text{с}^{-1},$$

де λ, β — екліптичні координати об'єкта; 300 км/с — швидкість Сонця щодо центра Галактики.

П. ш. косм. об'єкта щодо Сонця v_r є сумою: $v_r = v_{r3} + v$, де $v = v_a + v_b$ у випадку об'єктів нашої Галактики, $v = v_C$ у випадку позагалактичних об'єктів. Крім того, П. ш. світила щодо Сонця також складається з паралактичної складової, зумовленої рухом Сонця до *апекса Сонця* (у випадку галактичних об'єктів), або ж рухом Галактики у просторі (для позагалактичних об'єктів), та пекулярної складової швидкості заданого світила (див. *Пекулярні рухи та Паралактичний рух*).

П. ш. позагалактичних радіоджерел (*радіогалактики*, деякі *квасари* та ін.) визначають також за спостереженнями зміщення окремих ліній у радіоспектрах цих об'єктів, напр., лінії випромінювання нейтрального водню з довжиною хвилі 21 см , методами *радіоастрономії*.

Станом на кінець ХХ ст. вже виконано десятки тисяч вимірювань П. ш. зір, *галактик*, *квazarів* та ін. об'єктів і створено відповідні *каталоги*. Напр., каталог П. ш. зір, складений Х. Абтом та Е. Біггсом на *Кітт-Пік обсерваторії* США (1972), містить 44 000 вимірювань П. ш. для понад 25 000 зір. У каталозі Р. Вілсона наведені П. ш. майже 15 000 зір. Виміряні значення v_r для зір нашої Галактики мають значення від кількох до 100 км/с . П. ш. *галактик* досягають декількох сотень кілометрів за секунду. Найбільші значення мають П. ш. *квazarів*, зокрема, найбільша за-

реєстрована П. ш. квазара РС 1247+3406: $v_r \approx +283\ 250$ км/с (відповідно $z \approx +4.90$).

Визначення П. ш. дуже широко використовують під час досліджень будови косм. тіл та їхніх систем. Вимірюючи розподіл П. ш. уздовж діаметра сонячного диска, визначають особливості обертання Сонця навколо своєї осі. Аналогічно розподіл П. ш. по видимих поверхнях галактик дає змогу зробити висновки про рухи зір у них та про обертання галактик.

ПРОМЕНИСТІЙ ПОТІК — те ж саме, що й *потік випромінювання*.

ПРОМЕНИСТІЙ ТИСК — передавання імпульсу електромагнітним випромінюванням, що падає на поверхню тіла або його поглинає шар речовини.

ПРОМІЖНІ ПОЛЯРИ, зорі типу DQ Геркулеса — тісні *подвійні системи* з перетіканням речовини від карлика пізнього *спектрального класу* на замагнічений *білий карлик*, у цьому випадку за особливостями течії акреціуючої речовини вони є проміжними між *полярями* і *новоподібними зорями* без магнітного поля.

Як і в *новоподібних зорях* без магнітного поля, у П. п. речовина, що перетікає, формує навколо білого карлика *акреційний диск*. Однак цей диск може існувати тільки на відстанях, що перевищують *альвенівський радіус*. На менших відстанях особливості течії залежать від магнітного поля білого карлика. Речовина випадає на його поверхню тільки в околі магнітних полюсів, утворюючи, як і у випадку *полярів*, акреційні *полярні колони*. Представником П. п. є *Нова зоря DQ Геркулеса*.

Орбітальні періоди П. п. є у проміжку від 80 хв до приблизно 10 год. На відміну від *полярів*, у П. п. обертання білого карлика не синхронізоване з орбітальним рухом.

ПРОНИКНА СИЛА ТЕЛЕСКОПА — гранична *зоряна величина* m_{lim} , до якої ще можна виявити об'єкти в *телескоп* під час спостережень у *зеніті* в *фотометр*. та *безмісячну ніч*. А. Боуен рекомендує визначати П. с. т. для візуальних телескопів за емпіричною формулою

$$m_{\text{vis}} = 3.0^m + 2.5^m \lg D + 2.5^m \lg \Gamma,$$

де Γ — кутове збільшення телескопа; D — діаметр вхідного отвору телескопа.

Для *фотографічних телескопів* з макс. витримкою і фокусом $f \leq 3$ м

$$m_{\text{lim}} = 18.5^m + 5^m \lg f,$$

де f виражено в метрах. Для *довгофокусних телескопів* придатніша формула К. Банера

$$m_{\text{lim}} = 14.8^m + 1.25^m \lg t + 2.5^m \lg D,$$

де t — витримка, хв; D — діаметр гол. дзеркала, см. У цьому випадку вважають, що час експозиції $t \leq t_{\text{опт}}$, при якому досягають густини фону $\gamma = 0.6 - 0.9$

($\gamma = \lg \frac{I_0}{I}$, I_0 — інтенсивність світла, що падає на шар емульсії; I — інтенсивність світла, що проходить через нього). Точніша П. с. т. залежить не лише від діаметра *об'єктива* телескопа, а й від кутового розміру зображення об'єкта, *фону нічного неба*, квантового виходу *приймача випромінювання*, часу накопичення сигналу й ін. факторів. Для 5-м телескопа $m_{\text{lim}} \approx 23.6^m$ з похибкою 20% для *фотографічних знімків* в експозиції 30 хв. У косм. телескопах можна досягти 29^m .

ПРОТИСТОЯННЯ, опозиція — положення, при якому *верхня планета* і *Земля* перебувають по один бік від *Сонця* на одній прямій, так що *екліптична довгота* планети на 180° більша, ніж у *Сонця* (див. *Конфігурації*).

ПРОТИСЯЙВО — слабка дифузна світла пляма, яку спостерігають у протилежній від *Сонця* ділянці *нічного неба*.

Як звичайно, П. має форму еліпса, велика вісь якого спрямована вздовж *екліптики*. Середні кутові розміри П. 6— 13° , а в періоди максимуму *сонячної активності* вони сягають 30— 40° , причому форма часто спотворена. Середній контраст П. на *фоні нічного неба* 10—12%, проте в окремі ночі може досягати 20%. Найчіткіше спостерігають опівночі.

ПРОТОЗОРИ — об'єкти, які перебувають на проміжній (між *фрагментом газопилової хмари* і *зорею*) стадії формування зорі.

Причина настільки широкого і розпливчастого визначення терміна П. полягає в тому, що різні вчені застосовують його до різних етапів формування зорі з *газопилової хмари*. Якісне і кількісне пояснення цього процесу повністю ґрунтується на результатах числового моделювання. Незважаючи на великі відмінності початкових умов і припущень, які

стали основою розрахунків різних авторів, кількісні результати виявляються дуже подібними, принаймні, якісно. У процесі формування зорі з газопилової хмари можна виділити три гол. стадії.

1. Формування компактного ядра в центрі хмари, яка стискується. Зоря починає формуватися з ізотермічного колапсу, причому хмара прозора для власного випромінювання і має температуру близько 10 К. Колапс негомолічний: центр. частина хмари стискається швидше, там виникає мала конденсація, що досягає гідростатичної рівноваги. Ця конденсація стає непрозорою для власного ІЧ випромінювання, і т-ра в ній починає підвищуватися. Формується ядро з т-рою близько 200 К, що відокремлене ударною хвилею від ізотермічної оболонки, що вільно падає. Ядро повільно стискається з підвищенням т-ри. При т-рі близько $2 \cdot 10^3$ К починається дисоціація молекул водню, і стискування значно прискорюється — до утворення компактного плазмового ядра з т-рою близько $3 \cdot 10^4$ К (і масою близько $10^{-3} M_{\odot}$, якщо початкова маса хмари $1 M_{\odot}$). Унаслідок значної негомолічності стискування за час утворення ядра параметри зовн. частини хмари майже не змінюються.

2. Акреція речовини протяжної оболонки на сформоване компакте ядро (унаслідок якої маса гідростатичного ядра збільшується). Ядро стискується, а вивільнену унаслідок цього гравітаційну енергію відводить випромінювання. Проте гол. частину світності забезпечує дисипація кінетичної енергії речовини, що падає, на фронті ударної хвилі. Якщо перша стадія більш-менш однакова для хмар будь-якої маси, то вже на другій стадії еволюційні шляхи масивних ($M \geq 3 M_{\odot}$) і маломасивних ($M < 3 M_{\odot}$) хмар різні. У фрагментах з більшою масою горіння водню в гідростатичному ядрі починається до припинення акреції речовини з оболонки. У хмарі з малою масою гідростатичне ядро, повільно стискаючись, рухається до головної послідовності навіть після виснаження оболонки.

3. Повільне стискування ядра після закінчення акреції. Цю стадію проходять тільки об'єкти малих мас. Процес еволюції газової хмари в зорю, припустивши, що хмара стискається однорідно (тобто коли густина газу змінюється з

часом однаково у всіх її точках), уперше розраховали на початку 1960-х рр. С. Хаяші і Т. Накано. За їхніми даними, для фрагмента з масою $1 M_{\odot}$ у момент виснаження оболонки радіус гідростатичного ядра становить приблизно $50 R_{\odot}$ і світність досягає $300 L_{\odot}$. Ядра з масами до $3 M_{\odot}$, повністю конвективні. Під час їхнього стискування т-ра поверхні практично не змінюється, а світність зменшується. Треки таких об'єктів на Герцшпрунга—Рессела діаграмі — майже вертикальні лінії. Цей етап еволюції П. називають Хаяші стадією, а описувані П. треки — Хаяші треками. Подальші розрахунки для фрагментів з масою $1 M_{\odot}$ з урахуванням неоднорідності стискування, засвідчили, що до моменту акреціювання всієї речовини оболонки П. гідростатичне ядро має радіус $(2-4) R_{\odot}$ і світність до $5 L_{\odot}$, тобто перебуває в нижній частині треку Хаяші.

Термін «П.» в широкому значенні застосовують до всіх трьох стадій еволюції газової хмари в зорю, а у вузькому значенні — тільки до другої. На стадії акреції речовини випромінювання П. зосереджене в ІЧ діапазоні, тому що оптичне випромінювання гарячого ядра переробляється в оболонці. Після виснаження оболонки П. вже видно в оптичному діапазоні. Отже, П. малої маси видно ще до виходу її на гол. послідовність (на стадії Хаяші), тоді як зоря великої маси перебуває деякий час на гол. послідовності і є невидимою в оптичному діапазоні.

Маломасивні П. на стадії Хаяші — це змінні зорі типу *T Тельця* (тому П. на стадії Хаяші називають також «зорями до гол. послідовності»). П. великої маси не акреціюють усю речовину хмари, частина її під тиском випромінювання зорі і зоряного вітру розсіюється в просторі. За розрахунками, з фрагмента масою $50 M_{\odot}$ формується зоря масою близько $16 M_{\odot}$. На завершальному етапі масивні П. спостерігають як компактні зони *H II*, що занурені в газопилову оболонку, яка розширюється. Такий об'єкт називають зоря-кокон.

ПРОТОН-ПРОТОННИЙ ЛАНЦЮЖОК, *p-p* ланцюжок — те ж саме, що й водневий цикл.

ПРОТОПЛАНЕТА — планета на ранній стадії формування.

За сучасними уявленнями, П. виникає внаслідок об'єднання під дією *гравітації* менших твердих тіл — *планетезималей*. За обчисленнями, зростання Землі до сучасних розмірів (за масою) тривало близько 10^8 років. На момент сформування планети *температура* в її центрі не перевищувала 800 К, а на поверхні — 300 К.

З часом у надрах Землі дедалі важливішу роль відігравали процеси радіоактивного розпаду, під час яких виділялася значна кількість енергії. Внаслідок цього окремі зони земних надр розігрівалися до т-ри плавлення, тому настала тривала фаза гравітаційної диференціації речовини: важкі хім. елементи опускалися вниз, легкі піднімалися вгору. Цей початковий стан формування земної кори тривав понад 10^9 років. В гол. такую самою була історія й ін. планет, зокрема, *планет земної групи*.

ПРОТОПЛАНЕТНА РЕЧОВИНА — речовина, з якої сформувалися планети *Сонячної системи*.

Під дією сонячного *випромінювання* і *сонячного вітру* відбувалася диференціація П. р.: *легкі елементи* — водень і гелій — «були виметені» з близьких околиць Сонця, і, навпаки, завдяки *Пойнтінга—Робертсона ефекту* пилові частинки втрачали свій орбітальний момент і наближалися до Сонця. Все це призвело до суттєвої різниці в хім. складі планет, поділу їх на дві групи. Протяжний газопиловий диск, який сформувався навколо Сонця, після досягнення критичної густини відповідно до критерію *гравітаційної нестійкості* розпався на окремі згущення.

Потім унаслідок злипання окремих пилинок формувалися тверді тіла — *планетезималі*. За обчисленнями, перетворення системи згущень пилу в рій твердих тіл тривало близько 10 тис. років на відстані Землі від Сонця і близько 1 млн. років на відстані *Юпітера*.

ПРОТОСОНЦЕ — центр. згущення, що утворюється у фрагменті газопилової хмари і з якого унаслідок наступного *гравітаційного стискування* формується *Сонце*.

За сучасними уявленнями, масивна хмара, яка бере участь у загальному обертанні *Галактики*, не може стиснутися в одне тіло, оскільки цьому зава-

жає її момент кількості руху. Тривалість формування П. оцінюють у 10^5 років, початковий радіус П., за теор. обчисленнями, був у 100 разів більший від сучасного. П. повинно було б мати високу інтенсивність *сонячного вітру*. З часом навколо П. формувався газопиловий диск, і саме магнітне поле диска, намотуючись на П., сприяло передаванню моменту кількості руху від П. до диска. Згодом з речовини диска й утворилися *планети*.

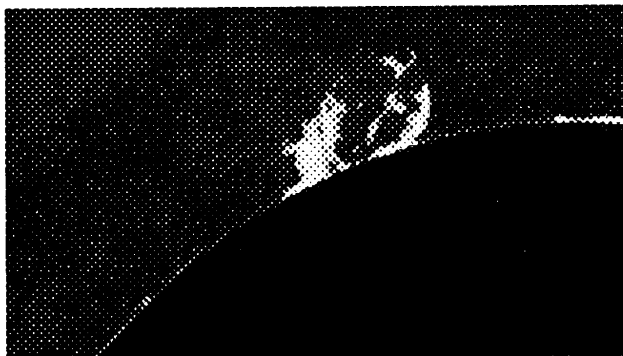
ПРОТУБЕРАНЦІ (лат. *protuberans* — здуваюся) — утвори в *сонячній короні*, які відрізняються від навколишнього середовища підвищеною густиною та зниженою *температурою*. Під час повних *сонячних затемнень* спостерігають незброєним оком у вигляді яскравих виступів над краєм диска *Місяця* (рис.). Поза затемненнями їх можна досліджувати за допомогою *коронографів позазатемнюваних, інтерференційно-поляризаційних світлофільтрів та спектрографів* у сильних лініях сонячного спектра. На *лімбі* П. мають вигляд яскравих емісійних арок або струменів, а на сонячному диску — темні вигнуті стрічки, які названо *волоконками*.

П. поділяють на спокійні та активні. Спокійні П. — досить стійкі утвори, тривалість існування яких може досягати 15 місяців. Т-ра в них від 3 000 до 8 000 К. Розміри: довжина 60—600 тис. км, висота 15—100 тис. км, товщина 4—15 тис. км. Напруженість магнітного поля 400—800 А/м (5—10 Е). Найчастіше спокійні П. виникають недалеко від зони *сонячних плям*.

Активні П. існують декілька хвилин або годин. Як звичайно, вони пов'язані зі *спалахами сонячними*. За розмірами вони в 3—5 разів менші від спокійних П. Т-ра 7000 К. В активних П. речовина може підійматись угору на висоту до 700 тис. км зі швидкістю 500—700 км/с. Напруженість магнітного поля 1.5—16.0 кА/м (20—200 Е). Є різні види активних П.: *серджі, спреї, петельні протуберанці, еруптивні протуберанці*. Значна частина спокійних П. також проходить активну стадію, яка закінчується їхнім зникненням.

У літературі з астрономії трапляються терміни, які визначають форму П.: *корональні хмари, дерево, фонтан, торнадо, корональний дощ*.

Дослідження засвідчили, що в спектрах спокійних П. є лінії різних хім. елементів. Н. Н. Мороженко побудувала структурно-неоднорідну модель П., у рамках якої вдалося пояснити світіння ліній з низькими (метали), середніми



Протуберанець, сфотографований на краю сонячного диска під час повного сонячного затемнення (висота 150 тис. км над поверхнею Сонця)

(водень) і високими (гелій) потенціалами збудження. Модель передбачає, що П. неоднорідні не тільки структурно, а й фізично. Розмаїття форм спектр. ліній різних хім. елементів зумовлене зміною в об'ємі П. густини його речовини та ступеня волокнистості.

ПРОФІЛЬ ЛІНІЇ, контур лінії (застаріла назва) — графік залежності інтенсивності випромінювання від довжини хвилі в спектр. лінії.

ПРОХОДЖЕННЯ — видиме переміщення одного небесного тіла на фоні видимого диска ін.

Умова, за якої спостерігають П., полягає в тому, щоб нижнє сполучення планети або супутника (див. Конфігурації) збігалось з одним із вузлів орбіти (див. Елементи орбіти). Тому П. повторюються через проміжки часу, що містять у собі ціле число синодичних та драконічних обертів. Відомі П. Меркурія і Венери по диску Сонця і Галілеєвих супутників по диску Юпітера. Найближче П. Меркурія по диску Сонця біля висхідного вузла спостерігали в першій половині листопада 1999. П. Венери в низхідному вузлі буде у першій декаді червня 2004 та 2014, у висхідному — у першій половині грудня 2117 та 2125.

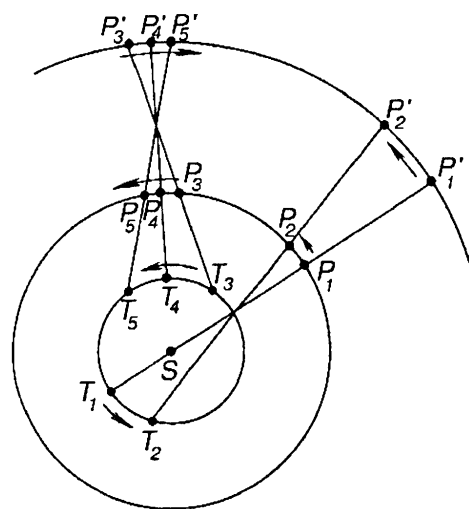
ПРОЦІОН, Ельгомайса — зоря α Малого Пса (0.35^m). Субгігант жовтого кольору. Променева швидкість 3 км/с. Власний рух $1.250''$ за рік. П. має супутника — білого карлика. За хім. складом атмосфера П. близька до сонячної.

ПРЯМА ЗАДАЧА АТМОСФЕРНОЇ ОПТИКИ — розрахунок поля випромінювання для заданих оптичних моделей атмосфери й умов спостереження.

ПРЯМЕ ПІДНЕСЕННЯ α — дуга екватора небесного, яку відраховують від точки весняного рівнодення вздовж небесного екватора назустріч видимому обертанню небесної сфери до кола схилення світила від 0 до 24 год (зрідка — у градусній мірі — від 0 до 360°).

ПРЯМИЙ РУХ ПЛАНЕТ — видиме переміщення планет на тлі зір, коли планета рухається в напрямі її орбітального руху навколо Сонця, тобто з заходу на схід з погляду земного спостерігача.

Верхні планети (Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон) біля протистояння, а нижні (Меркурій, Венера) біля нижнього сполучення мають видиме переміщення у зворотному напрямі (назадній рух), тобто зі сходу на захід (див. Зворотний рух планет).



Прямий (біля сполучення з Сонцем — S) та зі зміщенням назад (поблизу протистояння) рух верхньої планети

На рис. показана схема прямого (біля сполучення з Сонцем — S) і зворотного (біля протистояння) руху верхньої планети.

ПТОЛЕМЕЙ Клавдій (бл. 87—165) — давньогрец. учений, твори якого значно вплинули на розвиток астрономії, географії та оптики. Створив систему світу, згідно з якою Земля перебуває в центрі світу, а всі небесні тіла обертаються навколо неї. Видимі рухи небесних тіл представлені за допомогою комбінацій колових рухів з такою точністю, що давала змогу надійно обчислювати положення планет. Створив каталог поло-

жень 1022 зір на підставі спостережень *Гінпарха* і власних спостережень.

ПУАНКАРЕ Анрі, Poincaré Н. (1854—1912) — франц. математик, фізик і астроном, член Паризької АН і Французької академії. З 1886 — професор Паризького ун-ту.

Астр. праці стосуються небесної механіки і космогонії. Розвинув і удосконалив класичні методи розв'язування задач, пов'язаних із вивченням збуреного руху. Розробив теорію рівноваги рідких гравітуючих мас, що сприяло розвитку уявлень про формування подвійних систем завдяки поділу поодиноких зір, що обертаються.

ПУЛКОВСЬКА ОБСЕРВАТОРІЯ — те ж саме, що й *Головна астрономічна обсерваторія РАН*.

ПУЛЬСАРИ (від лат. *pulsus* — поштовх) — галактичні об'єкти, джерела строго періодичного імпульсного випромінювання. Відомо два типи П.: *радіопульсари*, які випромінюють в радіодіапазоні, і *рентгенівські пульсари*, імпульсне випромінювання яких спостерігають у рентген. діапазоні. Проте в трьох радіопульсарів імпульсне випромінювання виявлено і в ін. ділянках спектра, зокрема і в рентген. Першими в 1967 відкрили радіопульсари, тому іноді термін «П.» використовують для позначення саме цих об'єктів. Рентген. П. було виявлено через кілька років. Відомо понад 300 радіопульсарів і близько 20 рентген. За сучасними уявленнями радіопульсари — це ежектуючі (англ. *ejection* — виверження), здебільшого поодинокі, *нейтронні зорі*, які швидко обертаються навколо своїх осей. Рентген. П. — акреціюючі (від англ. *accretion* — накопичення) нейтронні зорі, які є в складі *подвійних систем*.

ПУЛЬСАРИНА ШКАЛА ЧАСУ — шкала часу, що ґрунтується на вимірюванні часу надходження імпульсів радіовипромінювання *пульсарів*. Експерим. вимірювання цього часу засвідчили високу регулярність (на рівні ліпших атомних стандартів) і відсутність непередбачених відхилень. Використання П. ш. ч. дає змогу незалежно контролювати нац. служб часу, уточнювати *ефемериди*.

ПУЛЬСАЦІЇ ЗІР (від лат. *pulsatio* — удари, биття) — ритмічне розширення і стискування *зір* (як звичайно, це зорі-

гіганти і *надгіганти*), що виявляються в зміні блиску, швидкостей поверхневих шарів (і відповідно радіусів), *спектрального класу та температур*). У випадку радіальних пульсацій зоря, розширюючись і стискуючись, зберігає форму кулі, у разі нерадіальних — вона може, зокрема, набувати форми то витягнутого, то сплюсненого еліпсоїда. П. з. відбуваються в гол. тоні, тобто з гол. періодом P_1 (тоді в кожній точці оболонки зорі в певний момент часу речовина рухається в одному напрямі, хоч амплітуда коливання — відхилення від положення рівноваги — зростає до поверхні зорі), а в першому, другому та ін. обертонах — з періодом, що близький, відповідно, до $P_2=P_1/2$, $P_3=P_1/3$ і т. д. (тоді на різних відстанях від центра зорі речовина рухається в різних напрямках: якщо, напр., зовн. шари розширюються, то внутр. стискуються). Періоди П. з. P_i у гол. тоні ($i=1$) і в обертонах ($i=2, 3, \dots$) пов'язані з середньою густиною зорі ρ співвідношенням $P_i \rho^{1/2} = G_i$, причому для кожної моди, тобто власного коливання зорі, стала G_i має своє значення. Більшість пульсуючих зір змінює свій блиск з гол. періодом.

П. з. зумовлені наявністю в оболонках зір-гігантів своєрідного клапанного механізму, яким є шар одноразово іонізованого гелію (його позначають He II, а нейтральний гелій — He I). У цьому шарі коефіцієнт *непрозорості* $k \propto \rho^{0.7}$, тоді як для повністю іонізованого газу $k \propto \rho^{-1}$. Тому під час стискування іонізований газ (зі збільшенням його густини ρ) підсилено висвічує енергію, тоді як неіонізований газ її поглинає. Отже, у разі випадкового стискування оболонки зорі в зоні He II гелій іонізується вдруге, тобто енергія поглинається (нагромаджується) і просочується в цю зону з надр зорі. Потім розігрітий шар газу (оболонка зорі) розширюється й охолоджується, внаслідок чого електрони рекомбінують з ядрами гелію і нагромаджена енергія висвічується. Оболонка зорі стискується, і цикл П. з. починається з початку (див. *Змінні зорі*).

ПУЛЬСУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ — зорі, змінність яких зумовлена періодичним розширенням і стискуванням їхніх поверхневих шарів.

Звичайно зоря пульсує, коли на *Герцшпрунга—Рессела діаграмі* вона розта-

шована в смузі нестабільності. Пульсують різні типи зір: білі карлики (зорі типу ZZ Кита), окремі зорі головної послідовності (зорі типу δ Щита), зорі горизонтального відгалуження (зорі типу RR Ліри), гіганти і надгіганти (цефеїди класичні, змінні зорі типу RV Тельця). Періоди пульсацій зір є в широкому діапазоні значень — від десятків секунд (зорі типу ZZ Кита) до сотень діб (змінні зорі типу RV Тельця). Амплітуди зміни візуального блиску П. з. з. становлять від тисячних часток до кількох зоряних величин.

ПУРБАХ Георг, Purbach G. (1423—1461) — австр. астроном і математик. З 1450 — професор Віденського ун-ту. В 1456—1461 разом зі своїм учнем *Регіомontanом* виконав багато спостережень затемнень комет і сонячних висот. Перший у Західній Європі виклав птолемеєву теорію епіциклів у книзі «Нова теорія планет» (1472), яка тривалий час була посібником з астрономії.

ПУТІЛІН Іван Іванович (1883—1954) — укр. астроном. Закінчив Московський ун-т. З 1934 працював у Київському ун-ті та Астр. обсерваторії ун-ту.

Наук. праці присвячені вивченню малих планет: дослідженням руху, фіз. природи, походження і зв'язку з ін. тілами Сонячної системи. З власних спостережень на меридіанному колі склав каталог положень червоних змінних зір. Проводив велику педагогічну діяльність: читав курси загальної астрономії, небесної і теор. механіки.

p-ПРОЦЕС — ядерна реакція захоплення протона важким атомним ядром. Є ефективним в оболонках *наднових* безпосередньо після спалаху.

PPM (Positions and Proper Motions. Star catalogue) — каталог положень і власних рухів 181 731 північних зір до -2.5° схилення, визначених для екватора на епоху J2000.0 (у двох томах), опублікований у 1991 Астр. обчислювальним ін-том у Гейдельберзі. Каталог присвячено пам'яті *В.Фріке*. Гол. мета PPM — забезпечити найбільш зручною, щільною і точною сіткою астрометр. референсних зір північної півкулі. PPM макс. наближено до *FK5*, проте він містить більше слабких зір і є точнішим. Каталог південної півкулі є на стадії підготовки до друку.