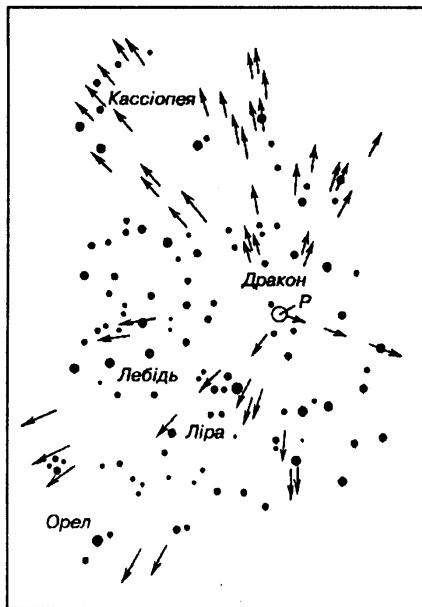


# P

**РАДІАНТ МЕТЕОРНОГО ПОТОКУ**  
 (від лат. *radians* (*radianis*) — той, що випромінює) — напрям метеорного потоку, зворотний до вектора швидкості, або точка перетину зворотного продовження траекторій метеорів з небесною сферою. Внаслідок перспективи метеори, які рухаються паралельними траекторіями, здаються такими, що вилітають з однієї точки. (рис.).



Радіант метеорного потоку Драконід

**РАДІАЦІЙНІ ПОЯСИ** (планет) (від лат. *radiatio* — випромінювання) — внутр. шари магнітосфер планет, у яких власне магнітне поле планети утримує заряджені частинки (протони, електрони) великої кінетичної енергії. Можливість існування Р. п. Землі передбачена ще на початку ХХ ст., проте відкрито та досліджено їх тільки на початку космічної ери. Згодом потужні Р. п. було виявлено у планет-гігантів — Юпітера і Сатурна.

Р. п. Землі умовно розділяють на внутр., заповнений головно потоками протонів, та зовн., де гол. роль відіграють високоенергійні електрони. Частинки заповнюють усю зону, де силові лінії магнітного поля замкнуті: від декількох сотень кілометрів над земною поверхнею до декількох десятків тисяч кілометрів, проте з нерівномірною інтенсивністю. Перший максимум інтенсивності є на відстані близько 2.5—7.0 земних радіусів. Тут переважають протони з енергією від декількох сотень кілоелектрон-вольтів та електрони з енергією 40—100 кеВ. Другий максимум є на висоті 3 000 км (половина радіуса Землі). Середня енергія електронів у внутр. поясі досягає 100 кеВ, а енергія протонів 20—800 МeВ. Протони високих енергій завдяки величезній проникній здатності становлять значну небезпеку для космонавтів. Уважають, що в Р. п. частинки потрапляють, по-перше, завдяки дрейфу з «хвоста» магнітосфери до зовн. поясу під дією електричного поля під час магнітних бур, по-друге, завдяки повільній дифузії в напрямі Землі частинок, захоплених магнітною пасткою, під дією невеликих варіацій магнітного поля. Процеси, які приводять до виходу частинок із Р. п. Землі, ще до кінця не з'ясовані.

Відомості про магнітне поле Юпітера та його Р. п., одержані за допомогою радіоспостережень, значно доповнені завдяки польотам АМС «Піонер-10», «Піонер-11», «Вояджер-1», «Вояджер-2». Р. п. Юпітера заповнені електронами та протонами з енергією понад 6 МeВ.

«РАДІОАСТРОН» — проект наземно-косм. радіоінтерферометра сантиметрового діапазону для досліджень з високою кутовою роздільністю структури потужних компактних джерел радіовипро-

мінювання (ядер активних галактик, квазарів, пульсарів, околів чорних дір, центра нашої Галактики).

У розробці проекту, крім СРСР, брали участь Австралія, Голландія, Канада, Угорщина, Фінляндія та ін. країни.

«Р.» складається з чотирьох великих взаємопов'язаних систем: косм. радіотелескопа, наземних радіотелескопів, систем радіозв'язку й опрацювання даних.

**РАДІОАСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ АН ЛАТВІЇ** — радіоастр. обсерваторія, заснована 1960. Розташована у с. Балдоне ( $\lambda=+24^{\circ}24.0'$ ;  $\varphi=+56^{\circ}47.0'$ ;  $h=75$  м).

Гол. дослідження: фотометр. та спектр. вивчення зір пізніх спектральних класів, а також радіовипромінювання Сонця.

Гол. інструменти: 120-см Шмідта телескоп, два 55-см рефлектори, радіотелескоп (діаметр параболічної антени 10 м).

**РАДІОАСТРОНОМІЧНА СТАНЦІЯ ФІЗИЧНОГО ІНСТИТУТУ РАН** — те ж саме, що РАС ФІАН у Пущино.

**РАДІОАСТРОНОМІЧНИЙ ІНСТИТУТ** Національної академії наук України (ІІ НАНУ) — провідний наук.-техн. заклад у галузі радіоастрономії в Україні. Розташований у м. Харкові. Створений 1985 на базі Відділення радіоастрономії Ін-ту радіофізики й електроніки (ІРЕ) АН України.

Гол. напрями астр. досліджень: вивчення різноманітних джерел і об'єктів, що поглинають і розсіюють випромінювання, — від найближчих (Сонце, планети) до найвіддаленіших (галактики, квазари); теор. астрофізика.

Гол. інструменти: мобільний радіотелескоп з параболічною антеною діаметром 2 м, призначений для приймання випромінювання в діапазоні коротких міліметрових радіохвиль до 0.75 мм; УТР-2 (укр. радіотелескоп), призначений для систематичного огляду дискретних радіоджерел Північної півкулі в декаметровому (10—25 МГц) діапазоні. Споруджують повноповоротний радіотелескоп УРАН з діаметром антени 16 м, який працюватиме в діапазоні від 1 до 4 мм.

**РАДІОАСТРОНОМІЯ** (лат. *radius* — промінь, грец. *αστρον* — зоря та *νόμος* — звичай, закон) — розділ астрономії

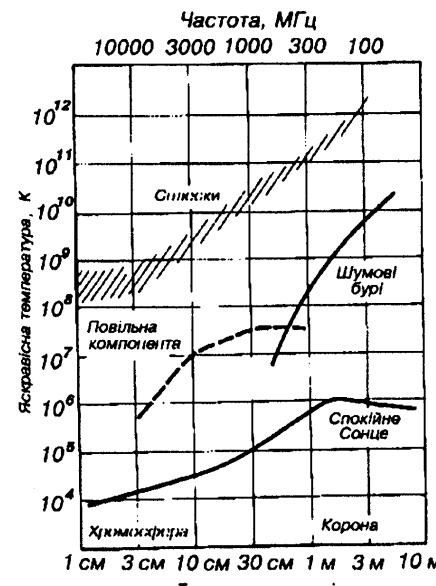
та астрофізики, у якому косм. об'єкти досліджують за їхнім випромінюванням у діапазоні приблизно від 0.001 до 30 м.

Методи дослідження Р. за допомогою радіотелескопів ґрунтуються на реєстрації випромінювання об'єктів, яке властиве всім косм. тілам та їхнім комплексам, а також речовині і полям, що заповнюють космічний простір (міжзорянє середовище, міжзоряні газ і пил, магнітні поля, космічні промені, реліктове випромінювання і тощо).

Р. виникла на початку 1930-х рр., її засновник — К. Янський (США). У 1931 він випадково відкрив відчутне радіовипромінювання Молочного Шляху з довжиною хвилі 14.6 м. У 1942 було виявлене радіовипромінювання спокійного Сонця, у 1945 — Місяця. У 1946 відкрито перше «дискретне» джерело радіовипромінювання в Лебеді. В 60-х рр. результати радіоастр. досліджень широко застосовували під час вивчення фіз. явищ, що відбуваються в небесних об'єктах.

За об'єктами досліджень Р. умовно поділяють на сонячну, планетну, галактичну і метагалактичну (позагалактичну).

**РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ СОНЦЯ** — електромагнітне випромінювання Сонця в діапазоні від міліметрових до метрових хвиль, яке утворюється в шарі від нижньої сонячної хромосфери до сонячної корони, тобто в гарячій сильноіонізованій плазмі. Хромосфера вип-



Залежність інтенсивності радіовипромінювання Сонця (яскравості температури) від частоти (довжини хвилі).

у діапазоні хвиль, для дециметрових хвиль вона непрозора, тому ці хвилі можуть надійти до Землі тільки з більш розрідженої та гарячої сонячної корони.

У радіодіапазоні розмір сонячного диска залежить від довжини хвилі, на якій ведуть спостереження. На метрових хвильах радіус Сонця дещо більший, ніж на сантиметрових, і в обох випадках він більший, ніж радіус видимого диска.

Розрізняють теплове радіовипромінювання спокійного Сонця, випромінювання активних ділянок в атмосфері над сонячними плямами і спорадичне випромінювання, яке, як звичайно, зумовлене сонячними спалахами. Інтенсивність Р. С. описують яскравісною температурою. Для спокійного Сонця на сантиметрових хвильах вона дорівнює  $10^4$  К, а на метрових —  $10^6$  К (рис.).

На сантиметрових та коротких дециметрових (до 20 см) хвильах випромінювання активних ділянок Сонця часто зазнає швидких сплесків (див. *Радіосплески сонячні*).

**РАДІОГАЛАКТИКИ** (від лат. *radius* — промінь і *галактика*) — галактики з потужним випромінюванням у радіодіапазоні.

Радіовипромінювальні зони Р. мають велику протяжність і дуже відрізняються за морфологією. Як звичайно, радіовипромінювання виникає в протяжних радіопорожнінах, які розташовані або з протилежних боків від центр. галактики і віддалені від неї на кілька мегапарсеків, або в компактному ядрі з розмірами близько кількох парсеків, яке збігається з оптичним центром галактики, або ж у струменях, які з'єднують ядро і радіопорожнини.

У частини Р. радіопорожнини містяться не на прямій, а зігнуті у вигляді підкови. Деякі Р. мають одну радіопорожнину. *Батьківською галактикою* Р. є галактика еліптична або N-галактика.

В оптичних спектрах багатьох Р. є сильні емісійні лінії. Їхня ширина — критерій поділу Р. на типи.

**РАДІОІНТЕРФЕРОМЕТР** (від лат. *radius* — промінь та *інтерферометр*) — прилад для радіоастр. спостережень з високою кутовою роздільністю, складовою частиною якого є обов'язково дві або декілька антен, що рознесені на великі відстані та сполучені

кабельною або ретрансляційною лінією зв'язку.

Кутова роздільність найпростішого Р., складеного з двох антен, що рознесені на відстань  $B$ , визначене не розмірами антен, а довжиною бази  $B$ :  $\Delta\varphi \approx \lambda/B$ . Сигнали від досліджуваного радіоджерела приймають антени і передають по високочастотному кабелю. Р., на відміну від *радіотелескопа*, отримує не радіозображення об'єкта, а одну з його гармонік. Для одержання радіозображень потрібно підсумувати усі гармоніки від декількох Р. з базами різних довжин і орієнтацій.

Подальшим ступенем розвитку Р. є метод *радіоінтерферометрії з наддовгою базою*. В цьому випадку отримані антенами сигнали перетворюють, за допомогою високостабільних атомних стандартів частоти, і реєструють у блоках пам'яті ЕОМ.

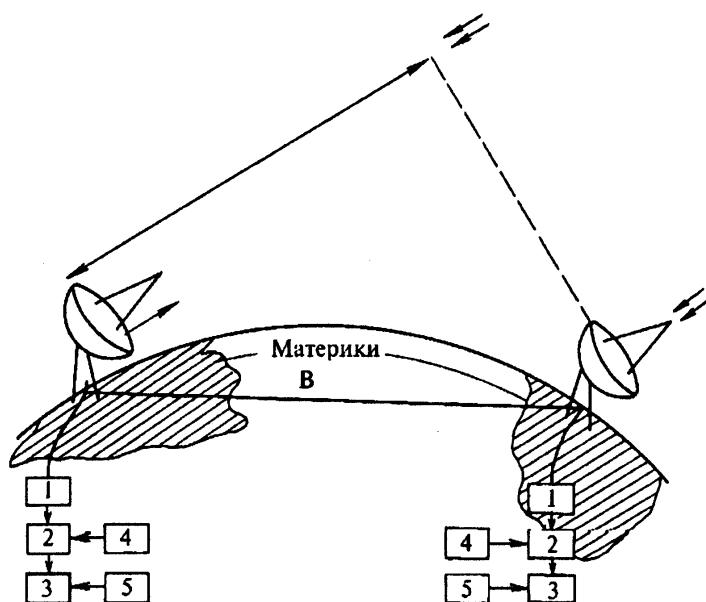
Сьогодні розробляють проекти створення косм. Р., що поєднують наземну мережу радіотелескопів з розташованими на штучних супутниках Землі, а також на Місяці.

**РАДІОІНТЕРФЕРОМЕТРІЯ З НАДДОВГОЮ БАЗОЮ, РНДБ-метод** — метод вимірювання координат радіоджерел за допомогою *радіоінтерферометрів*, рознесених на великі відстані (понад 1000 км) (рис. на с. 392). Об'єкти спостережень — позагалактичні радіоджерела (*квазари* і *ядра галактик*) із дуже малими власними рухами.

Застосовують для створення каталогів радіоджерел, синхронізації годинників, високоточних визначень параметрів обертання Землі. Спостереження штучних радіоджерел у найближчому космосі використовують для розв'язування низки задач геодинаміки, динаміки системи Земля—Місяць і динаміки тіл Сонячної системи.

**РАДІОЛІНІЯ ВОДНЮ 21 см** — радіовипромінювання атомарного міжзорянного водню на хвилі 21 см.

Можливість спостереження такого випромінювання передбачив 1945 Г. К. ван де Хюлст. Це випромінювання зумовлене надтонким розщепленням осн. рівня енергії атома водню на два близькі підрівні, завдяки чому можливе випромінювання кванта з частотою  $\nu=1420.405755$  МГц ( $\lambda=21.1$  см). У кожному окремому атомі перехід, що пород-



Радіоінтерферометрія з наддовгою базою: 1 — підсилювач високої частоти; 2 — змішувач; 3 — підсилювач відеочастот; 4 — атомний стандарт частоти; 5 — реєструвальний пристрій

жує квант радіовипромінювання, відбувається один раз за 11 млн. років, проте завдяки поширеності атомарного водню в міжзоряному середовищі Р. в. 21 см є достатньо інтенсивною. Вперше її виявили 1951.

Р. в. 21 см є ефективним засобом вивчення Всесвіту. Більше половини маси галактичної міжзоряній речовини становить нейтральний водень в осн. стані, а його можна досліджувати тільки за випромінюванням у Р. в. 21 см. Тому Р. в. 21 см дає дуже цінні дані про розподіл нейтрального водню в космічному просторі.

**РАДІОЛОКАЦІЙНА АСТРОНОМІЯ** — розділ астрономії, у якому досліджують тіла Сонячної системи за допомогою відбитих ними радіохвиль, що їх надсилають на об'єкт передавачем.

Об'єктами досліджень Р. а. є планети, їхні супутники, комети, сонячна корона. Радіолокацію Місяця вперше проведено 1946. У 1961 були отримані сигнали, відбиті від поверхні Венери (СРСР, США). Радіолокаційні дослідження сонячної корони запроваджені з 1959.

У Р. а. для досліджень небесних тіл використовують ті ж самі фіз. принципи, які є в основі звичайної наземної радіолокації. Відмінність полягає у великих міжпланетних відстанях, що у багато тисяч разів перевищують земні. Тому радіолокатори для таких завдань мають

антени великих розмірів і потужні передавачі. Напр., радіолокатор Центру дальнього косм. зв'язку у Криму має антenu, на якій є дзеркало діаметром 70 м, і передавач потужністю у декілька сотень кіловатів на хвилі 39 см. Енергію, що направлена до цілі, концентрують у промені з кутом розкриву 25'.

Неабияку роль відіграла радіолокація під час визначення абсолютнох розмірів Сонячної системи, оскільки дала змогу уточнити значення астрономічної одиниці.

**РАДІОМЕТР** (від лат. *radius* — промінь, грец. *μέτρον* — міра) — у радіоастрономії радіотехн. прилад для вимірювання радіовипромінювання малої потужності (довжини хвиль від 0.1 мкм до 1 000 м).

Використовують, зокрема, як гол. частину радіотелескопа. Підсилює прийняті антеною радіовипромінювання і перетворює його в зручну для реєстрування і подальшого опрацювання форму. Чутливість Р., тобто мін. зміна вхідної температури  $\Delta T$ , яку може зафіксувати інструмент, визначають формулою

$$\Delta T = \alpha T_m / (\Delta f \tau)^{1/2},$$

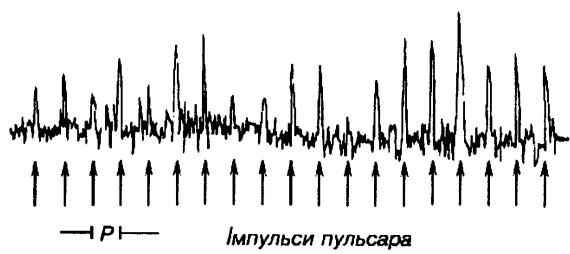
де  $T_m$  — еквівалентна т-ра вхідних шумів;  $\alpha$  — коефіцієнт, що визначений схемою Р.;  $\Delta f$  — ширина смуги приймача;  $\tau$  — час накопичення сигналу.

Чутливість сучасних Р. підвищена в багато разів завдяки застосуванню малошумливих підсилювачів високої частоти. Р. найліпших сучасних радіотелескопів можуть реєструвати потоки  $F_n \sim 10^{-29} - 10^{-30}$  Вт/(м<sup>2</sup>·Гц).

**РАДІОПОЛЯРИМЕТР** (від лат. *radius* — промінь, *polaris* — полярний і грец. *μέτρον* — міра) — в *радіоастрономії* прилад для дослідження поляризації *випромінювання*, прийнятого *радіотелескопом*. Під час спостережень за допомогою Р. вимірюють *інтенсивність випромінювання*, ступінь і тип його поляризації. Радіотелескоп перетворюється в Р., якщо опромінювач (аналізатор поляризації) обертається навколо осі, що збігається з напрямом електричної осі *антени*.

**РАДІОПУЛЬСАРИ** (від лат. *radius* — промінь і *пульсари*) — об'єкти, які мають чітко періодичне імпульсне *випромінювання* в радіодіапазоні (рис.).

Періоди пульсацій — у проміжку від  $1.568 \cdot 10^{-3}$  до 3.75 с. Вони повільно зростають у часі. Монотонне збільшення періоду іноді переривається невеликим



Імпульси радіопульсара PSR 1919+21  
(період 1.33730113 с)

стрибкоподібним його зменшенням. Тривалість радіоімпульсів не перевищує 1/10 періоду. Форма й амплітуда імпульсів безперервно змінюються, іноді імпульси взагалі зникають — на час від кількох секунд до кількох діб. У деяких Р. між гол. імпульсами простежують проміжні.

Випромінювання Р. нетеплове. У трьох Р. виявлено випромінювання не тільки в радіо, а також в оптичному, рентген. і гамма-діапазонах. Концентрація Р. збільшується до площини нашої Галактики.

Відомо понад 600 Р., з них чотири належать до *подвійних систем*. Найліпше дослідений Р. у Крабопо-

дібній туманності (Краб). Перший Р. відкритий 1967 групою Е. Х'юїша.

Р. — це ежектуючі (англ. ejection — виверження) *нейтронні зорі*, які швидко обертаються. Їхнє випромінювання зосереджене у вузькому конусі, розкрив якого не перевищує 10°. Вісь конуса тісно пов'язана з нейтронною зорею. Проміжок між радіоімпульсами дорівнює *періоду обертання* нейтронної зорі, а тривалість імпульсу відповідає часу, протягом якого конус спрямований на спостерігача. Джерело випромінюваної Р. енергії — енергія обертання нейтронної зорі. Однак механізм, за допомогою якого Р. перетворює цю енергію у спостережувані радіоімпульси, дотепер не з'ясований. Енергія, яку реєструють від Р. у радіодіапазоні, становить лише малу частку від зменшення енергії обертання нейтронної зорі, визначеного за сповільненням цього обертання.

**РАДІОСЛІДИ**, джерела типу «голова—хвіст» — позагалактичні радіоджерела з двома сильно викривленими викидами низької яскравості, які утворюють «хвіст» джерела.

На картах Р. чітко видно, як викиди виходять з ядра і, відхиляючись від початкового напряму на великі кути, з'єднуються з хвостом, який простягається на відстані до 1 Мпк від галактики. Вважають, що відмінність Р. від звичайних подвійних радіоджерел зумовлена спотвореннями їхньої структури дією динамічного тиску, що виникає внаслідок руху батьківської галактики через густе міжгалактичне середовище. Про це свідчить той факт, що більшість Р. пов'язані зі скupченнями галактик (тобто з газом скupчень галактик, рентген. випромінювання якого реєструють).

**РАДІОСПЛЕСКИ СОНЯЧНІ** — раптове посилення інтенсивності нетеплового радіовипромінювання, що, найвірогідніше, пов'язане зі спалахами хромосферними, яке триває порівняно недовго. Р. с. спостерігають в усьому радіодіапазоні. Залежно від часових та частотних характеристик їх поділяють на п'ять типів.

Р. с. I типу — це короткотривалі вузькосмугові сплески, які звичайно спостерігають у великій кількості на метрових хвилях під час *магнітної бурі*. На частоті 700 МГц Р. с. тривають

0.3—0.7 с, ширина смуги 3—7 МГц. Зазвичай, мають значну колову поляризацію. Зміщення смуги не помічали.

Р. с. II типу (повільно дрейфуючі сплески) — це великі збурення в діапазоні метрових та дециметрових хвиль тривалістю в декілька хвилин; смуга зміщується від високих частот до низьких зі швидкістю близько  $0.25 - 1.00 \text{ МГц} \cdot \text{с}^{-1}$ . Трапляються зрідка.

Р. с. III типу (швидкодрейфуючі) — найпоширеніше явище на метрових або дециметрових хвильях. Смуга дрейфує зі швидкістю до 100 МГц/с. Їхня тривалість (одна або декілька секунд) збільшується зі зменшенням частоти. На дециметрових хвильях їх може бути дуже багато, що створює враження бурі.

Р. с. IV типу — тривалі сплески, які пов'язані зі спалахом і займають широку смугу частот. Діапазон хвиль — від міліметрових до дециметрових. Спостерігають зрідка. Тривалість — від декількох хвилин до кількох годин. Яскравісна температура випромінювальних зон під час таких сплесків становить до  $10^{12} \text{ K}$ .

До Р. с. V типу належить широко-смугове неперервне випромінювання на довгих метрових хвильях, що триває близько хвилини після того, як зареєстровано Р. с. III типу. Джерела Р. с. V типу мають більший кутовий діаметр, ніж джерела Р. с. III типу, і дещо зміщенні від них. Максимум інтенсивності є на частоті приблизно 100 МГц ( $\lambda \approx 3 \text{ м}$ ). Р. с. V типу тривають приблизно 1—3 хв.

Крім перелічених, інколи розглядають ін. типи швидкозмінної складової радіовипромінювання Сонця: U-подібний сплеск, стріасплеск, спалаховий (спайк) сплеск та ін. Дані про спостереження Р. с. на фіксованих частотах регулярно публікують.

Причиною радіосплесків є електрони та ін. заряджені частинки зі швидкостями від 500 до 150 000  $\text{км} \cdot \text{с}^{-1}$ , які виникають під час хромосферних спалахів. Рухаючись уверх у корону, ці заряджені частинки взаємодіють з речовиною корони та її магнітним полем, генерують електромагнітні хвилі різних частот. Оскільки з висотою концентрація речовини в короні зменшується, то виникає дрейф електромагнітної хвилі за частотою.

**РАДІОТЕЛЕСКОП** (від лат. *radius* — промінь і *телескоп*) — астр. інструмент для дослідження радіовипромінювання косм. об'єктів у діапазоні від декількох міліметрових хвиль (у межах вікон прозорості земної атмосфери для радіохвиль).

Р. складається з антеною системи і радіоприймального пристрою — **радіометра**, який підсилює прийняті антеною радіовипромінювання і переворює його у вигляд, зручний для реєстрування й подальшого опрацювання. Р. — це спектроаналізатор косм. випромінювання на робочій довжині хвилі.

Гол. призначення антенною пристрою — зібрати макс. кількість енергії, що її приносять радіохвилі від косм. об'єкта. Ця енергія характеризується спектр. щільністю потоку радіовипромінювання  $F/\lambda$ . Антени радіотелескопа бувають поворотні, з обмеженим поворотом і нерухомі.

Р. поділяють на два великі класи — **рефлектори** і багатоелементні системи. Розірвана здатність рефлектора з параболічною антеною  $\phi_D \approx 57.3^\circ \lambda/D$ , де  $D$  — діаметр антени. Найбільшими рефлекторами є Р. в Аресібо радіоастрономічній обсерваторії з діаметром дзеркала 305 м; в Еффельсберзі поблизу Бонна (ФРН) — 100 м; у Паркській радіоастрономічній обсерваторії — 64 м; в Євпаторії (Україна) — 70 м.

До поширеніших систем належать багатоелементні типу «Хрест Міллса», напр., Р. у Радіоастрономічному інституті НАН України, РАС ФІАН у Пущино. Високої роздільної здатності (блізько  $0.5''$ ) досягнуто в Р., що створені за принципом синтезованих антennих граток (див. *Дуже велика антена*). Найбільше розділення отримане в радіоінтерферометрах; воно прямо залежить від бази *B*.

**РАДІУС КОРОТАЦІЇ** (від лат. *radius* — промінь) —

1. Відстань від замагніченого зорі (навколо якої є акреційний диск), на якій кутова швидкість обертання магнітосфери зорі та руху газу в акреційному диску збігаються. Магнітосфера зорі обертається як тверде тіло, її кутова швидкість не залежить від відстані й дорівнює кутовій швидкості обертання поверхні зорі.

Газ в акреційному диску рухається по кеплерівських орбітах, тут кутова швидкість з віддаленням від зорі зменшується.

2. Відстань від центра нашої Галактики, на якій кутові швидкості обертання спірального візерунка і руху газу та зір навколо центра Галактики збігаються.

*Спіральні рукави*, як хвилі густини, обертаються навколо центра Галактики як тверде тіло. У разі достатнього віддалення від центра (у зоні наявності спірального візерунка) кутова швидкість руху газу і зір навколо центра Галактики зменшується. Сонце перебуває поблизу Р. к. у міжрукавному просторі. Внаслідок цього проміжок часу між двома послідовними перетинами Сонцем спірального рукава досить великий, що, напевне, мало важливе значення для виникнення життя на Землі. Річ у тім, що густина короткохвильового випромінювання в спіральних рукавах є на високому рівні й часто змінюється внаслідок зосередження в них великої кількості короткоіснуючих гарячих зір високої світності і частих спалахів наднових. Високий і змінний рівень густини короткохвильового випромінювання може виявитися згубним для всього живого.

**РАЙЛ** Мартін, Ryle M. (1918—1984) — англ. астроном, член Лондонського королівського т-ва. З 1945 працював у Кембриджському ун-ті (у 1958—1982 — директор Маллардської радіоастр. обсерваторії, з 1959 — професор).

Наук. праці стосуються радіоастроної. Один із перших почав спостерігати дискретні джерела радіовипромінювання. Розробив ефективні методи радіоастр. спостережень і антенні системи високої роздільної здатності. Керував проведенням радіоглядів Північної півкулі неба і створенням відомих Кембриджських каталогів радіоджерел. Нобелівська премія з фізики (1974, разом з E. Х'юїшем).

**РАЙСЬКИЙ ПТАХ** — навколополярне сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіші зорі:  $\alpha$  —  $3.8^m$ ;  $\gamma$  —  $3.9^m$ .

З території України не видно.

**РАК** — зодіакальне сузір'я. Найяскравіша зоря:  $\delta$  — Азелус Австраліс,  $3.94^m$ . У Р. є видиме неозброєним оком розсіяне скупчення M 44 (Ясла). Дві тисячі років тому, коли тільки формувалась астр. термінологія, точка літнього сонцестояння теж була в Р., унаслідок

чого Північний тропік Землі називають тропіком Р.

Найліпші умови видимості ввечері — у березні—квітні. Сонце проходить через Р. з 20 липня по 11 серпня.

**РАС ФІАН У ПУЩИНО**, Радіоастрономічна станція Фізичного інституту РАН, Серпухівська радіоастрономічна обсерваторія — наук. установа Фіз. інституту РАН, заснована в 1957. Розташована в м. Пущино.

Гол. напрями досліджень: радіоастр. спостереження планет і міжзоряного середовища, пульсарів, Галактики і Метагалактики.

Гол. інструменти: меридіональний діапазонний хрестоподібний радіотелескоп (діапазон робочих частот 40—120 МГц), меридіональний радіотелескоп типу синфазної антени, повноповоротний радіотелескоп РТ-22, що має відбивне парabolічне дзеркало діаметром 22 м.

**РАТАН-600** — радіотелескоп РАН з дзеркалом (кільцевою антеною), що має діаметр близько 600 м. Точний діаметр кільця становить 576 м, висота щитів — 7.4 м. Ефективна площа антен для одного спостереження на одному випромінювачеві дорівнює майже  $100 \text{ m}^2$ . Гол. діапазон довжин хвиль — від 4 мм до 2 м. Точність визначення положення радіоджерел — від 0.1 до 2.0".

РАТАН-600 належить Спеціальній астрофізичній обсерваторії РАН. Перші спостереження проведенні 1978 (радіоастрометр. спостереження Меркурія і Венери).

**РЕАКЦІЇ СКОЛЮВАННЯ** — ядерні реакції, що полягають у відщепленні легкого уламка від важкого ядра під час його зіткнення з ядром водню (протоном) або гелію (альфа-частинкою).

У момент зіткнення протон, альфа-частинка або важке ядро мають високу енергію. Якщо енергії зіткнень досить високі, то Р. с. зазнають усі без винятку важкі ядра. Ці реакції є, напевне, одним із джерел утворення об'їдених ядер. Р. с., спричинені протонами й альфа-частинками на ядрах вуглецю, азоту і кисню, відіграють важливу роль в утворенні дейтерію, літію, берилію і бору.

Заслуговує на увагу те, що Р. с. відбуваються під час взаємодії речовини з космічними променями.

**РЕГІОМОНТАН** (Мюллер Йоганн), *Regiomontanus* (1436—1476) — нім. астроном і математик. У 1452—1461 працював разом з Г. Пурбахом. У 1468—1471 — професор Віденського ун-ту. З 1471 працював у Нюрнберзі, де заснував астр. обсерваторію, одну з перших у Європі.

Діяльність Р. багато в чому сприяла відродженню астрономії в Європі в новий час. На підставі власних спостережень планет, Місяця і Сонця склав таблиці, які назвав ефемеридами; у них були розраховані положення Сонця, Місяця і планет на 1475—1506. Розробив метод «місячних відстаней» для визначення широти і довготи на морі. Розрахував таблиці синусів (від 0 до 90° через 1') і тангенсів.

**РЕГМАГЛІПТИ** (грец. *ῥῆμα* — тріщина і *χυλός* — вирізблений) — округле або дещо витягнуте, а інколи й полігональне заглиблення діаметром у декілька сантиметрів на поверхні покритого корою плавлення *метеорита*. Р. утворюються внаслідок дії турбулентних струменів повітря на поверхню *метеорного тіла*, яке швидко рухається.

**РЕГОЛІТ** (англ. *regorge* — текти назад та грец. *λίθος* — камінь) — крихкий осколковий верхній шар поверхні *планет*, супутників та *астероїдів*, утворений, головно, внаслідок екзогенних процесів.

Термін «Р.» недовго використовували наприкінці XIX ст. для позначення всіх поверхневих крихких утворів. Його знову почали широко застосовувати в епоху косм. досліджень: спочатку до поверхневих утворів на *Місяці*, а потім і до ін. тіл *Сонячної системи*.

Р. утворюється внаслідок бомбардування поверхні частинками — від субмікронних, вплив яких виявляється в утворенні мікрократерів на уламках, до *метеоритів* поперечником близько 1—50 м. Метеорити проходять крізь Р., що вже утворився, і викидають на поверхню подрібнений матеріал підстильних скельних порід, утворюючи *кратери*.

**РЕГУЛ** (Кальб) — зоря  $\alpha$  Лева ( $1.35^m$ ), зоря головної послідовності, система з чотирьох зір.

**РЕДУКЦІЙНІ ОБЧИСЛЕННЯ** — зведення (редукція) спостережень небесних об'єктів, виконаних у різні моменти часу і в різних системах координат,

або ж в одній системі координат, що відповідає певній *епосі* — фіксованому моментові часу.

Р. о. визначають поправки до спостережень, що враховують: прецесію осі обертання Землі; нутацію осі обертання Землі; паралакс; аберрацію; рефракцію.

**РЕКОМБІНАЦІЯ** (лат. *re* — префікс, що означає повторну дію, і *combinatio* — з'єднання) — захоплення електрона позитивним іоном (процес, протилежний до іонізації). Якщо іонізація — результат миттевого опромінення газу або проходження через нього сильної ударної хвилі, то є характерний час  $\tau$  рекомбінації (релаксації)  $\tau \approx 1/CN_e$ , за який кількість електронів в одиниці об'єму  $N_e$  зменшиться в  $e^{-2.718}$  раза.

**РЕЛАКСАЦІЯ** (лат. *relaxatio* — зменшення) — поступовий перехід фіз. системи з незрівноваженого стану, зумовленого зовн. причиною, у зрівноважений. Швидкість Р. описують часом Р. — інтервалом часу, за який той або ін. параметр системи змінюється в  $e^{-2.718}$  раза. До релаксаційних процесів належать, зокрема, процеси рекомбінації електронів після іонізації.

**РЕЛЕЙСЬКЕ РОЗСІЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ** — пружне розсіювання електромагнітного випромінювання на частинках або неоднорідностях середовища, розміри яких набагато менші від довжин хвилі випромінювання  $\lambda$  (приблизно  $a < 0.05\lambda$ , де  $a$  — радіус частинки).

Переріз розсіювання визначають за законом Дж. Релея:

$$\sigma = [128\pi^5 a^6 / (3\lambda^4)] [(n^2 - 1) / (n^2 + 2)]^2,$$

де  $n$  — показник заломлення світла в заданому середовищі. Цей закон справджується і для розсіювання світла зв'язаними електронами, якщо частота електромагнітних хвиль набагато менша від частоти власних коливань електрона в атомі. Переріз розсіювання можна обчислити за формулою

$$\sigma = (8\pi/3) [e^2 / (mc^2)]^2 \nu^4 (\nu^2 - \nu_0^2)^{-2},$$

де  $e$ ,  $m$  — заряд та маса спокою електрона;  $c$  — швидкість світла;  $\nu$  — частота світлової хвилі;  $\nu_0$  — частота власних коливань електрона (так звана резонансна частота).

Індикатриса Р. р. в. у випадку неполяризованого світла (див. *Поляризація світла*) така, що інтенсивність ви-

**промінювання**, розсіяного під кутами 0° (тобто вперед) та 180° (назад), удвічі більша, ніж для розсіяного під кутом 90°. За законом Релея відбувається розсіювання світла молекулами та атомами в газах. Зокрема, Р. р. е. в. Сонця на флюктуаціях густини повітря в земній атмосфері пояснюють блакитний колір неба. Закон Р. р. е. в. опублікував уперше англ. фізик Дж. Релей 1871 у праці про поляризацію та колір світла від неба. У випадку Р. р. е. в. розсіяне світло завжди частково поляризоване, і ступінь поляризації

$$p = (1 - \cos^2\theta) / (1 + \cos^2\theta),$$

де  $\theta$  — кут розсіювання.

**РЕЛЕЙ** Джон Уельям, Rayleigh J. W. (до присвоєння титулу лорда у 1873 — Стретт; 1842—1919) — англ. фізик, член Лондонського королівського т-ва (1873). Закінчив Кембриджський ун-т (1865). З 1879 — професор і директор Кавендіської лабораторії цього ун-ту.

Наук. праці з оптики, акустики, електрики та ін. Сформулював низку фундаментальних теорем теорії коливань. Заклав основи теорії молекулярного розсіювання світла, пояснив походження блакитного кольору неба, створив теорію роздільної здатності оптичних приладів. Нобелівська премія (1904).

**РЕЛЕЙ** — одиниця яскравості для вимірювання інтенсивності світіння полярних сяйв і яскравості нічного неба.

Один Р. дорівнює  $10^6$  фотонам, які випромінює вертикальний стовп перерізом 1 см<sup>2</sup> у всіх напрямах за 1 с. Названа на честь англ. фізика Дж. Релеля.

**РЕЛЕЯ—ДЖИНСА ЗАКОН ВИПРОМІНЮВАННЯ** — наближений закон розподілу енергії в спектрі електромагнітного випромінювання чорного тіла, якщо задана його абсолютна температура, за частотою (довжиною хвилі), який виконується для низьких частот. За цим законом монохроматична (спектр.) яскравість джерела випромінювання

$$B(\nu, T) = n^2(\nu) (2kT\nu^2/c^2),$$

де  $n(\nu)$  — показник заломлення світла середовищем;  $k$  — стала Больцмана;  $c$  — швидкість світла в середовищі;  $T$  — абсолютна т-ра тіла.

Р.—Д. з. в. виведений 1900 Дж. Релей на підставі припущення про рівномірний розподіл енергії за ступенями

вільності осцилятора та в 1905—1909 Дж. Джинсом унаслідок розв'язування методами класичної статистичної фізики задачі про поширення хвиль у порожнині. Р.—Д. з. в. є окремим випадком Планка закону випромінювання для низьких частот, коли  $h\nu \ll kT$ , де  $h$  — стала Планка. Р.—Д. з. в. застосовують в астрофізиці для досліджень радіовипромінювання планет та ін. низькотемпературних джерел теплового випромінювання (див. Радіоастрономія, Спектр).

### РЕЛЕЯ—ТЕЙЛORA НЕСТІЙКІСТЬ

— нарощання малих відхилень тиску, густини і швидкості від рівноважних значень у газоподібному або рідкому середовищах із неоднорідним розподілом густини, які перебувають у гравітаційному полі або рухаються з прискоренням.

Найпростіший випадок Р.—Т. н. — нестійкість конфігурації, яка складається з двох плоскопаралельних шарів рідини різної густини і розташовані в гравітаційному полі, коли густіша рідина міститься зверху. Якщо спочатку поверхня поділу між такими шарами є плоскою, то з часом будь-яка спонтанна зміна форми поверхні поділу зростатиме, оскільки густіша рідина, потрапляючи в рідшу, почне «тонути» в ній — опускатися в напрямі дії сили тяжіння, витісняючи легшу рідину наверх. Процес взаємопроникнення легкої і густої рідин буде супроводжуватися зменшенням потенціальної енергії системи. Коли ж рідини поміняються місцями, настане стійка рівновага, при якій потенціальна енергія системи буде мін.

Різновид Р.—Т. н. — нестійкість шару газу з густиною, що безперервно змінюється, який міститься в однорідному магнітному полі, перпендикулярному до поля тяжіння. Цей вид нестійкості для умов галактичного диска дослідив Ю. Паркер, тому його називають нестійкістю Релеля—Тейлора—Паркера або просто нестійкістю Паркера. Гравітаційне поле створюють зорі і газ диска, воно спрямоване перпендикулярно до площини галактичного диска. Напрям магнітних силових ліній, головно, паралельний до галактичної площини. Міжзоряний газ частково іонізований, тому магнітне поле «заморожене» в газі, і він не може рухатися поперек силових

ліній. Тиск поля збільшує товщину шару газу, начебто піднімаючи газ над площею нашої Галактики. Внаслідок теплової нестійкості у газі формуються конденсації, які під дією гравітаційного поля дещо дрейфують до площини диска і викривляють магнітні силові лінії.

У створену таким чином «яму» вздовж магнітних силових ліній буде стікати газ, тому що власний тиск газу не може утримати його на заданій висоті. У міжзоряному газі з параметрами, типовими для спіральних рукаю Галактики, розміри «ями» можуть досягати 5—10 пк. Коли газ у «ямі» досить «утрамбується», в ньому може виникнути гравітаційна нестійкість.

**РЕЛІКТОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ,** мікрохвильове фонове випромінювання (від лат. *relictum* — залишок) — випромінювання Всесвіту, яке домінує в діапазоні довжин хвиль від міліметрів до метра.

Р. в. відкрив А. Пензіас і Р. Уілсон у 1965. Це відкриття стало вирішальним аргументом на користь моделі гарячого Всесвіту.

За походженням Р. в. принципово відрізняється від фонового випромінювання в ін. ділянках спектра. Напр., в оптичному діапазоні фонове випромінювання зумовлене головно випромінюванням *zīr*, в ІЧ діапазоні — випромінюванням пилу.

Р. в. не виникло в будь-яких джерелах, воно було від самого початку розширення Всесвіту, через що (за пропозицією Й. С. Шковського) його названо «реліктовим», тобто таким, що залишилось від минулої епохи.

Спектр Р. в. відповідає випромінюванню чорного тіла з температурою 2.7 К і макс. інтенсивністю на довжині хвилі 0.11 см. Енергія одного фотона Р. в. мала, проте кількість фотонів дуже велика. На кожний атом у Всесвіті припадає близько  $10^9$  квантів Р. в., в 1 см<sup>3</sup> міститься близько 500 реліктових фотонів.

Р. в. ізотропне, його т-ра практично однакова для всіх напрямів, а флюктуації т-ри під час переходу від одного напряму до ін. не перевищують  $10^{-4}$ — $10^{-3}$  К на всіх кутових масштабах. Однак Р. в. ізотропне тільки в системі координат, яка пов'язана з галактиками,

що розбігаються. Якщо спостерігач рухається стосовно цієї системи координат, то внаслідок Доплера ефекту виникає анізотропія Р. в. Дотепер за ефектом Доплера в Р. в. з'ясовано, що наша Галактика рухається щодо зазначеної системи координат зі швидкістю близько  $600 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  у напрямі на сузір'я Лева.

Р. в. було передбачене Дж. Гамовим у моделі гарячого Всесвіту, за якою в ранню епоху вся речовина Всесвіту — додалактична плазма — перебувала в рівновазі з фотонним газом, причому т-ра цього стану була дуже високою — мільярди кельвінів і вище. Внаслідок загального розширення Всесвіту т-ра речовини і випромінювання в часі зменшувалися, тому сьогодні т-ра Р. в. становить усього 2.7 К.

**РЕЛІКТОВІ ЧОРНІ ДІРИ,** первинні чорні діри, міні-діри (від лат. *relictum* — залишок) — чорні діри, що могли утворитися на ранніх стадіях розширення Всесвіту.

Утворення чорних дір з масами, набагато меншими від мас *zīr*, за природних умов у сучасному Всесвіті неможливе (сил тяжіння недостатньо для того, щоб перебороти сили тиску випромінювання, які перешкоджають стискуванню). Теор. розрахунки, однак, свідчать про те, що в умовах, які панували у Всесвіті близько 20 млрд. років тому, досить було невеликих надлишків густини в окремих ділянках простору для того, щоб тяжіння змусило ці ділянки перейти від розширення до стискування. Цей процес міг спричинитися до утворення чорних дір як завгодно малих мас.

Розрахунки квантових процесів («випаровування») навколо міні-дір засвідчують, що для них суттєві ефекти формування частинок гравітаційним полем, які призводять до зменшення їхніх мас і розмірів. Напр., якщо нема зовн. впливів, то міні-діра з масою  $3M_{\odot}$  «випарується» за  $10^{66} (M/M_{\odot})$  років. Завершальні етапи такого «випаровування» дуже динамічні — останні  $10^9$  г маси міні-діра випромінює протягом 0.1 с, тобто це вибух близько 1 млн. мегатонніх водневих бомб. Усі Р. ч. д. з масами  $< 10^{12}$  г, що утворилися на початку розширення Всесвіту, дотепер повинні були «випаруватися», причому цей процес повинен супроводжуватися випромінюванням гамма-квантів з енер-

гіями, що перевищують 100 МeВ. Неспроможність сучасних детекторів за реєструвати таке випромінювання, особливо у вигляді гамма-спалахів (наші гамма-телескопи не можуть сьогодні проникнути далі 1 світлового року), не дають надій у близькому майбутньому відшукати докази наявності Р. ч. д.

**РЕЛЯТИВІСТСЬКА МЕХАНІКА** — механіка тіл, що рухаються зі швидкостями  $v$ , близькими до швидкості світла  $c$ .

Гол. рівняння Р. м. — релятивістське узагальнення другого закону Ньютона і релятивістський закон збереження енергії—імпульсу — задовольняють вимоги принципу відносності Ейнштейна. З них, зокрема, випливає, що швидкість матеріальних об'єктів не може перевищувати швидкості світла у вакуумі. При  $v \ll c$  Р. м. переходить у класичну механіку Ньютона.

**РЕМЕР Оле Крістенсен, Rømer O.** (1644—1710) — дат. астроном. З 1681 — професор Копенгагенського ун-ту.

Заснував і очолив Копенгагенську обсерваторію. Вперше визначив швидкість світла — 1676 пояснив виявлену Дж. Д. Кассіні уявну нерівномірність руху першого супутника Юпітера скінченністю швидкості світла й обчислив її значення (~ 220 000 км/с). Винайшов і виготовив пасажний інструмент (1689) і меридіанне коло (1690), побудував низку ін. астр. приладів. Визначив положення понад 1000 зір.

**РЕНТГЕНІВСЬКА АСТРОНОМІЯ** — розділ астрофізики, що досліджує косм. об'єкти за рентген. випромінюванням з енергіями фотонів 0.1—100.0 кeВ, тобто у діапазоні довжин хвиль електромагнітного випромінювання 10.0—0.01 нм.

Оскільки рентген. промені сильно поглинає земна атмосфера, то жорстке рентген. випромінювання можна зафіксувати з висоти близько 40 км. Для проведення астр. спостережень у згаданий ділянці спектра апаратуру підіймають за межі земної атмосфери за допомогою ракет або штучних супутників Землі (ШСЗ).

Уперше рентген. випромінювання Сонця виявлене 5 серпня 1948 в США з борту ракети, хоча наявність його передбачали і раніше. Дискретні джерела рентген. випромінювання було випадко-

во відкрито 1962. До кінця 1970-х рр. косм. рентген випромінювання вивчали за допомогою ракет (на висотах до 500 км) і висотних балонів (висоти близько 30—40 км). Із виведенням на орбіту ШСЗ з рентгенівськими телескопами на борту можливості Р. а. значно розширились. Зокрема, 1978 за допомогою рентген. телескопа, встановленого на супутнику «НЕАО-2» (Ейнштейна обсерваторія), було одержано кілька тисяч зображень рентгенівських джерел.

Відкриті джерела поділяють на два типи: з сильною концентрацією до галактичної площини і з рівномірним розподілом на небесній сфері. Перша група — галактичні джерела, друга — позагалактичні.

Окрім дискретних джерел рентген. випромінювання галактичного і позагалактичного походження, Р. а. досліджує рентген. фон, достатньо ізотропний в жорсткому діапазоні спектра ( $\epsilon > 10$  кeВ) і з явними ознаками анізотропії галактичної природи в м'якій ділянці спектра ( $\epsilon < 1$  кeВ).

**РЕНТГЕНІВСЬКІ ДЖЕРЕЛА** — об'єкти, у яких потужність рентген. випромінювання достатня для реєстрації сучасними засобами. Назви перших виявлених Р. д. утворені за такою схемою: назва сузір'я, символ «X» (від першої назви рентген. променів — X-rays — X-промені) і через дефіс — номер. Усі Р. д. у межах одного сузір'я нумерували в порядку зменшення яскравості. Напр., Лебідь X-1 — найяскравіше Р. д. в Лебеді. Після відкриття великої кількості Р. д. для їхнього позначення почали використовувати координати.

Серед Р. д. є об'єкти і нашої Галактики, і позагалактичні. Позагалактичні Р. д. — це галактики з активними ядрами, міжгалактичний газ у скupченнях галактик, нормальні галактики, причому в найближчих галактиках спостерігають окремі Р. д.

Р. д., відкриті в нашій Галактиці, поділяють на протяжні і дискретні. Перші — це залишки спалахів наднових і аналогічні структури, утворені зоряним вітром масивних зір. Найбільш дослідженім Р. д. цього типу є Крабоподібна туманність — Телець X-1. Дискретні галактичні Р. д. пов'язані із зорями. Найпотужнішими дискретними Р. д. є подвійні системи, у складі яких і

компактний об'єкт: чорна діра, нейтронна зоря або білий карлик. У парі з компактною зорою може бути масивна зоря раннього спектрального класу або ж маломасивна зоря пізнього спектр. класу. Рентген. випромінювання таких систем зумовлене акрецією речовини на компактну зорю. До систем такого типу належать рентген. барстери і рентгенівські пульсари. Виявлено також слабке рентген. випромінювання звичайних зір пізніх спектр. класів, таких як змінні зорі типу *T Тельця*, зорі типу *UV Кита*, зорі типу *RS Гончих Псів* та ін.

Абсолютні рентген. світності  $L_x$  яскравих Р. д. у діапазоні 2–10 кеВ перевищують  $2 \cdot 10^3 L_\odot$ , у слабких Р. д.  $L_x < 2 \cdot 10^{-7} L_\odot$ . Відношення рентген. світностей до оптичних у діапазоні 300–700 нм є в межах від  $10^{-5}$  до  $10^4$ . Для дискретних Р. д. типова змінність рентген. блиску. Майже всі вони перебувають почергово то в пасивному, то в активному стані (за потужністю рентген. випромінювання пасивний і активний стани відрізняються у 100 і більше разів), переходи між якими можуть мати як квазіперіодичний, так і випадковий характер. Р. д., які більшу частину часу перебувають у пасивному стані, називають тимчасовими Р. д., або транзієнтами. В пасивному стані рентген. потік може бути меншим від межі виявлення. За особливостями зміни рентген. блиску — різке зростання і повільне зменшення — тимчасові Р. д. нагадують оптичні спалахи нових зір, тому їх іноді називають рентгенівськими новими.

**РЕНТГЕНІВСЬКІ НОВІ** — те ж саме, що й рентгенівські новоподібні.

**РЕНТГЕНІВСЬКІ НОВОПОДІБНІ** — підклас тісних подвійних оптично змінних джерел сильного змінного рентген. випромінювання (Х-джерел).

**РЕНТГЕНІВСЬКІ ПУЛЬСАРИ** — підклас Х-джерел, об'єкти, які мають періодичне імпульсне випромінювання в рентген. діапазоні.

Періоди відомих Р. п. охоплюють широкий проміжок часу — від 0.07 до 835.00 с.

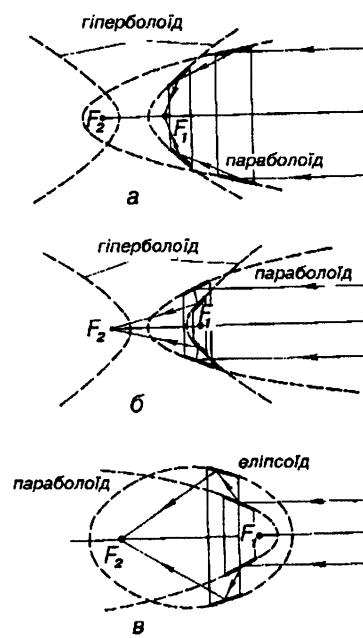
Як і в радіопульсарів, періоди Р. п. зменшуються з часом, однак виразніше, а водночас тут спостерігають їхні хаотичні зміни. Середня тривалість імпульсів становить половину періоду.

Світністі Р. п. є в діапазоні (0.2– $2.0 \cdot 10^5 L_\odot$ ).

Відомо понад 20 Р. п. Усі вони — компоненти подвійних систем, другою компонентою є або блакитний надгігант, або червоний карлик. Р. п. — це нейтронні зорі, що акреціюють, із сильними магнітними полями. Речовину, що акреціює, постачає друга компонента системи або у вигляді інтенсивного зоряного вітру, або шляхом пе-ретікання речовини через внутр. точку Лагранжа. Ця речовина випадає не на всю поверхню нейтронної зорі, а на ділянки розмірами близько 1 км в околі магнітних полюсів. Тут утворюється гаряча ( $T \geq 10^8$  К) яскрава пляма. Внаслідок обертання нейтронної зорі створюється ефект маяка. Речовина, що акреціює, повільно змінює кутовий момент нейтронної зорі.

**РЕНТГЕНІВСЬКІ ТЕЛЕСКОПИ** — детектори косм. рентген. випромінювання.

Р. т. бувають двох типів: для реєстрації фотонів з енергіями  $\epsilon \leq 20$ –30 кеВ, а також від 30 кеВ до 10 МеВ. Перші працюють з використанням фотоефектів у газі або з поверхні твердого тіла, другі — це сцинтиляційні детектори. Прилади першого типу — пропорційні газонаповнені лічильники, амплітуда імпульсу на виході яких пропорційна до енергії падаючого фотона.



Деякі варіанти застосування елементів дзеркальних поверхонь другого порядку для фокусування рентген. променів у телескопах косого падіння

Такі лічильники наповнюють інертним газом (Ar, Xe). У сцинтиляційних детекторах використовують кристали NaI або CsI, активовані домішками, або сцинтилюючі органічні пластмаси.

Для м'якої рентген. ділянки спектра застосовують також відбивальні фокусуючі телескопи, що дають рентген. зображення. Добру якість зображення забезпечує дводзеркальна система, яка складається з параболоїда і гіперболоїда обертання. На рис. показані схеми Р. т. типу Уолтера (косого падіння). Р. т. такого типу було запущено на орбіту 1978. на борту Ейнштейна обсерваторії, за його допомогою одержано декілька тисяч зображень рентгенівських джерел (з роздільною здатністю до 2").

**РЕССЕЛ** Генрі Норрис, Russell H. N. (1877 — 1957) — amer. астроном, член Нац. АН США. В 1905—1947 працював у Принстонському ун-ті (з 1911 — професор, з 1912 — директор обсерваторії), 1947—1952 — у Гарвардській обсерваторії.

Наук. праці стосуються багатьох галузей астрофізики. В 1913 побудував діаграму спектр—світність для всіх зір з відомими паралаксами; на підставі цієї діаграми сформулював свою концепцію зоряної еволюції. Виконав одні з перших визначень вмісту хім. елементів у Всесвіті. В 1912 створив загальну теорію затемнюваних змінних зір.

**РЕПРОТЕРМІЧНИЙ ЕФЕКТ** — нагрівання нижчих шарів зорі внаслідок непрозорості вищих, оскільки частина енергії, що продукується в надрах зорі, просочується до її поверхні і після перевипромінювання повертається назад у бік центра зорі.

**РЕФЛЕКТОР** (лат. *reflecto* — вигинаю, відбиваю) — телескоп з дзеркальним об'єктивом, катоптрична система, що дає змогу отримувати зображення об'єктів предметної площини завдяки відбиттю променів переважно поверхнями другого порядку (параболоїдом, гіперболоїдом, еліпсоїдом і сферою).

Оптичні Р. використовують переважно для фотографування неба, фотоелектричних і спектр. досліджень. Порівняно з рефрактором Р. має низку переваг: повна відсутність хроматичної аберрації і значно менші залишкові аберрації, що дає змогу працювати у дуже великому

інтервалі електромагнітного спектра, приблизно від 0.12 мкм до далекої ІЧ ділянки, а також і в радіодіапазоні. Самі дзеркала для великих оптичних Р. виготовляють із матеріалів з малим коефіцієнтом лінійного розширення (пірекс, ситал, плавлений кварц). На них напилюють у вакуумі тонкий шар, плівку металу, переважно алюмінію, що забезпечує коефіцієнт відбиття у видимій ділянці спектра від 97 до 85% на декілька років спостережень.

**РЕФРАКТОР** (лат. *refractor*, від *refringo* — заломлюю) — телескоп, об'єктивом якого є лінзова (діоптрична) система, з високою корекцією вторинного спектра і сферахроматичної аберрації. Р. побудовані переважно як подвійні та потрійні ахромати і напівахромати з великими фокусними відстанями  $f_{\text{об}} \geq 100$  см. Їх використовують для візуальних, фотографічних і, з деякими обмеженнями, для спектр. та ін. спостережень. Розміри об'єктивів Р. обмежені, оскільки дуже важко відлити великі однорідні блоки оптичного скла, у них значно зростає світлопоглинання, а велика їхня маса веде до вигинання всієї конструкції, також важко усувати і температурні градієнти.

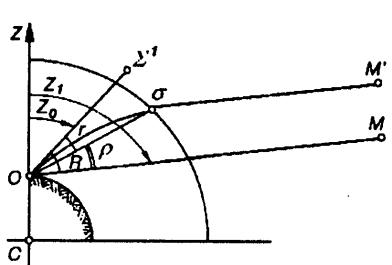
Візуальний Р. містить об'єктив і окуляр, а фотографічний, що також називають астрографом, — це великий фотоапарат, у фокальній площині якого встановлюють касету з фотопластинкою. Найбільший у світі Р. Йеркської астрономічної обсерваторії має об'єктив діаметром 1.02 м, його відносний отвір — 1.0:19.4; проте із застосуванням спеціальної лінзової системи, що зменшує фокусну відстань телескопа, камери Мейнела, його зменшують до 1:14.

Для астр. досліджень Р. уперше застосував у 1609 Г. Галілей.

**РЕФРАКЦІЇ ТАБЛИЦІ** — таблиці значень середньої рефракції для середніх метеорологічних умов, у яких також містяться поправки, що враховують відхилення реальних умов спостережень від середніх. За їхньою допомогою можна обчислити справжню рефракцію на момент спостережень. Широко застосовують Пулковські таблиці рефракції, що ґрунтуються на теорії астр. рефракції Гульдена. Вперше видані в 1870, а потім неодноразово перевидані, зокрема з деякими доповненнями.

**РЕФРАКЦІЯ** (світла в атмосфері) (від лат. *refractio* — заломлення) — явище видимого зміщення (зміни видимих положень) та іноді зміни форми небесних світил, спричинене заломленням світлових променів в атмосфері Землі. Розрізнюють астр., атмосферну, геодезичну, диференціальну та ін. види Р.

Астр. Р. — явище заломлення в земній атмосфері світлового променя від позаатмосферного джерела випромінювання. Р. зумовлює відхилення видимого напряму на світило  $O\Sigma'$  (рис.) від справжнього  $OM$ , яке вимірюють кутом  $R$ , що називають кутом Р., або просто Р. Якщо з точки  $O$  на поверхні



Астрономічна рефракція, рефракції атмосферна і диференціальна

Землі спостерігають світило, справжня зенітна відстань якого (якщо нема атмосфери)  $z_1$ , а видима —  $z_0$ , то  $R=z_1-z_0$ , причому завжди  $z_0 < z_1$ . Р. можна приблизно обчислити за формулою, яка дає непогане наближення у разі помірних зенітних відстаней світил ( $z_0 \leq 60^\circ$ ):

$$R=60.343''\operatorname{tg}z_0 \cdot 273B/[760(t+273)],$$

де  $B$  — атмосферний тиск, мм рт. ст.;  $t$  — температура атмосфери в точці спостережень,  $^{\circ}\text{C}$ .

При  $z_0=30, 60, 70, 80$  і  $90^\circ$  за нормальних атмосферних умов ( $+10^\circ\text{C}$  і 760 мм рт. ст.) Р. відповідно дорівнює  $0'34''$ ;  $1'41''$ ;  $2'38''$ ;  $5'18''$ ;  $35'24''$ . Завдяки Р., напр., видно весь диск Сонця над горизонтом тоді, коли насправді лише його верхній край починає сходити. Analogично, під час заходу Сонця спостерігачеві на Землі здається, що сонячний диск лише торкається до горизонту, а насправді Сонце вже зайдло. Внаслідок Р. тривалість дня збільшується. В теорії астр. Р. другого наближення, яка враховує сферичність шарів повітря однакової щільноті, виводять інтеграл Р.

Атмосферною Р.  $r$  називають аналогічне явище, що спостерігають у випадку, коли небесний об'єкт діє в межах земної атмосфери (див. рис.).

Різницю між астр. і атмосферною Р. називають диференціальною Р. ( $\rho$ ) і визначають з рівняння  $\rho=R-r$ . Границний випадок атмосферної Р. — під час спостережень земного об'єкта на видимому горизонті — називають геод. Р.

Під час спостережень штучних супутників Землі доводиться також враховувати невелику поправку до астр. Р., т.зв. супутникову, або паралактичну Р. (див. Паралакс рефракційний). Під час спостережень джерел радіовипромінювання застосовують також т.зв. іоносферну Р.

Для врахування Р. є різні теорії та відповідні рефракції таблиці. Першу таку таблицю Р. склав Тіхо Браге в XVI ст. В наступному столітті створені теорії Р. Дж. Кассіні та І. Ньютона. У наш час широко використовують Пулковські таблиці Р., які підходять тільки для візуальної частини спектра (від 0.40 до 0.70 мкм).

**РЕЯ** — супутник Сатурна. Відкритий 1672 Дж. Кассіні. Радіус — 765 км, маса —  $2.5 \cdot 10^{21}$  кг, густота —  $1340 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

З поверхні Землі Р. спостерігають, якщо фазові кути становлять від 0 до  $6^\circ$ . Спостереження з «Вояджера-2» проведенні для фазових кутів  $2-68^\circ$ . Найменша відстань між Р. та «Вояджером-1» становила 13 980 км, «Вояджером-2» — 645 280 км. Фотографії поверхні Р. одержані з найліпшою роздільною здатністю 1 км. За даними наземної широкосмугової фотометрії визначено такі зоряні величини та показники кольору:  $V_0=9.7''$ ,  $U-B=0.35''$ ,  $B-V=0.76''$ ,  $I=8.6''$ ,  $I-H=-0.05''$ ,  $I-K=-0.29''$ ,  $I-L=-1.89''$  (див. Фотометрична система). Ведуча півкуля свіtlіша, ніж ведена півкуля. Фазовий коефіцієнт змінюється з довжиною хвилі, у фільтрі V він дорівнює  $0.025''$  на  $1^\circ$ . Фазовий інтеграл 0.70, геом. альбедо 0.65, сферичне — 0.45, болометричне сферичне — 0.65. Температура в підсонячній точці 100 К.

Поверхня Р. складається з льоду  $\text{H}_2\text{O}$ . За зовн. виглядом супутник нагадує Меркурій та Місяць. На поверхні збереглася велика кількість кратерів діаметром понад 300 км і величезних глобальних розломів. На відміну від Ганімеда та Каллісто, на кратерах нема слідів ерозії. Величезні свіtlі смуги на поверхні є, мабуть, потоками води,

що замерзла. Оскільки т-ра поверхні зменшується від 99 К вдень до 53—73 К вночі, то лід стає дуже твердим. Р. належить до супутників, які пройшли стадію диференціації речовини.

**РИБИ** — зодіакальне сузір'я. Найяскравіші зорі:  $\eta$  — 3.6<sup>m</sup>;  $\gamma$  — 3.7<sup>m</sup>;  $\alpha$  — Альріша (Окда, Каїтайн, Реша), 3.82<sup>m</sup>. У Р. є точка весняного рівнодення.

Найліпші умови видимості ввечері — у листопаді—грудні. Сонце проходить через Р. з 12 березня по 18 квітня.

**РИБКА** Еугеніуш, Rybka E. (1898—1988) — пол. астроном. Був директором Львівської, Вроцлавської і Krakівської обсерваторій.

Наук. праці стосуються астрофотометрії, змінних зір, історії астрономії.

**РИСЬ** — сузір'я Північної півкулі неба. Найяскравіша зоря  $\alpha$  — 3.1<sup>m</sup>.

Спостерігають цілорічно. Найліпші умови видимості ввечері — у лютому—березні.

**РІВЕНЬ** — прилад для перевірки горизонтальності площини, а також для визначення невеличких кутів.

Р. — важлива частина багатьох астр. (переважно переносних) інструментів, його використовують для визначення кутів нахилу, горизонтальності осей, урахування змін кутів між вертикальною віссю і візорною лінією. Для вимірювання кутів на ампулі астр. Р. нанесені шкали з ціною поділки до 1".

**РІВНЕВА ПОВЕРХНЯ ЗЕМЛІ** — поверхня Землі, у всіх точках якої геопотенціал має однакове значення.

Напрям нормалі до Р. п. З. збігається з напрямом сили тяжіння, тобто з прямовисною лінією. Р. п. З., що збігається з середнім рівнем води в океанах, називають геїдом і приймають за матем. поверхню Землі, або «рівень моря», від якого відлічують висоти точок земної поверхні. Форма Р. п. З. складна і залежить від внутр. будови Землі.

**РІВНОВАГА** — стан системи, за якого значення фіз. величин системи не змінюються з часом.

У випадку гідростатичної Р. зорі (*планети*) всі точки перебувають у спокої щодо центра зорі (*планети*). Сила тяжіння, яка спрямована тут до центра системи і діє на довільний елемент *маси*, збалансована різницею сил тиску, які діють на цей елемент знизу і зверху.

У багатьох випадках настає стан динамічної Р., за якого, зокрема, кількість переходів атомів зі стану *A* в стан *B* (у стан збудження або іонізації) за одиницю часу дорівнює кількості зворотних переходів *B*→*A*.

У разі теплової Р. довільно взятий елемент речовини за одиницю часу одержує стільки тепла  $E_+$ , скільки його втрачає —  $E_-$ . Якщо ж надходження і втрати енергії відбуваються внаслідок поглинання і перевипромінювання квантів, то це промениста Р.

В астрофізиці широко використовують поняття локальної і повної термодинамічної Р. Перша — це Р., за умов якої розподіл частинок за швидкостями, стан збудження і стан іонізації описує однакове числове значення *температури*. Повною термодинамічну Р. називають тоді, коли те саме значення має і *потік випромінювання*, що виходить з довільно взятого елемента маси.

Є також поняття конвективної Р., за умов якої середнє значення параметрів системи (густина речовини, її т-ра) не змінюється з часом, незважаючи на рух її елементів.

**РІВНОДЕННЯ** — момент часу, у який центр диска Сонця перебуває на лінії екватора небесного, тобто схилення Сонця  $\delta=0^0$ . Це трапляється двічі за рік, коли Сонце під час видимого руху по екліптиці перетинає небесний екватор: 1) у точці весняного рівнодення, 20—21 березня, тобто навесні для Північної півкулі Землі, в сузір'ї Риб; 2) у точці осіннього Р., 22—23 вересня, себто восени для Північної півкулі, в сузір'ї Діви. Через прецесію ці точки Р. повільно зміщаються на зоряному небі, і приблизно 2 тис. років тому були відповідно у сузір'ях Овна та Терезів, чим і пояснюють позначення цих точок на картах зоряного неба (див. Зоряні карти):

φ — знак точки весняного Р., або знак сузір'я Овна,

Ω — знак точки осіннього Р., або знак сузір'я Терезів.

У дні Р. тривалості дня і ночі теор. є однаковими (насправді день завдяки, зокрема, рефракції довший). Сонцеходить та заходить поблизу точки сходу та точки заходу відповідно, й опівдні (див. Полудень) висота Сонця над горизонтом становить  $h=90^\circ-\varphi$ , де  $\varphi$  — геогр.

широта точки спостережень. Моменти Р. вважають за початок відповідно астр. весни та астр. осені для Північної півкулі. В астрономії застосовують поняття Р. астр. каталогів та поняття стандартного Р. каталогів, що пов'язане з рухом точки весняного Р. унаслідок процесії.

**РІВНОЗМІННИЙ РУХ** — рух тіла, під час якого його дотичне прискорення (у випадку прямолінійного руху — загальне прискорення) — стало.

### РІВНОМІРНИЙ РУХ

1. Рух матеріальної точки або поступальний рух твердого тіла, за якого числове значення швидкості точки або тіла не змінюється з часом.

2. Обертальний рух зі сталою кутовою швидкістю навколо нерухомої осі.

**РІВНЯННЯ БЛИСКУ** — зміщення положення яскравих зір щодо слабких, яке виявляють у каталогі положень. Р. б. — це залежність *власних рухів* зір від їхнього блиску; воно має подвійне походження. Одна частина його фіктивна — внаслідок похибок вимірювання, які є в кінцевому результаті; друга частина може бути наслідком реального зміщення зір різного блиску на платівці, оскільки навіть для зір одного й того ж спектрального класу розподіл освітленості у зображенні буде залежати від їхнього блиску. Методи врахування Р. б. поділяють на інструментальні, зоряно-статистичні й аналітичні. Похибка, зумовлена Р. б., може досягати 0.02—0.04".

**РІВНЯННЯ ПЕРЕНЕСЕННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ** — одне з важливих рівнянь матем. фізики, яке широко використовують в астрофізиці, фізиці нейtronів, атмосферній оптиці та ін. розділах фізики.

Р. п. в. пов'язує інтенсивність випромінювання  $I_\nu$  з оптичними властивостями середовища, в якому воно поширяється. Оскільки спектр небесного тіла, який спостерігають, залежить від інтенсивності випромінювання, то розв'язок Р. п. в. дає змогу відшукати зв'язок  $I_\nu$  з властивостями середовища, в якому відбувається перенесення випромінювання. Це дає змогу розв'язувати обернену задачу — визначити конкретні фіз. властивості небесного тіла за даними вимірювання його спектра. Відтак стає зрозумілою та увага, яку приділяють в астрофізиці Р. п. в. Його

розв'язують, вивчаючи перенесення випромінювання у фотосфері та атмосфері Сонця і зір, у туманностях, міжзоряному середовищі, атмосферах планет та ін. косм. середовищах.

Для моделі плоскої атмосфери (таку модель найчастіше використовують в астро-фізиці) Р. п. в. неполяризованого монохроматичного випромінювання частоти  $\nu$  в однорідній атмосфері має вигляд

$$[\mu dI_\nu((\tau, \mu, \varphi)] / d\tau + I_\nu(\tau, \mu, \varphi) = \\ B_\nu(\tau, \mu, \varphi),$$

$$B_\nu(\tau, \mu, \varphi) = (\lambda_\nu / 4\pi) \int I_\nu(\tau, \mu, \varphi) \chi_\nu(\gamma') d\omega' + \\ + B_\nu^0(\tau, \mu, \varphi) + B_\nu^1(\tau, \mu, \varphi),$$

де функцію  $B_\nu(\tau, \mu, \varphi)$  називають функцією джерела;  $\tau$  — оптична глибина, на якій поширяється випромінювання інтенсивності  $I_\nu(\tau, \mu, \varphi)$  у напрямі  $\theta = \arccos \mu$  до осі оптичних глибин, що перпендикулярна до шарів плоскої атмосфери, якщо азимут  $\varphi$ ;  $\lambda_\nu$  — альбедо одноразового розсіювання;  $\chi_\nu(\gamma')$  — індикаторика розсіювання;  $d\omega'$  — елемент тілесного кута. Функції  $B_\nu^0(\tau, \mu, \varphi)$  та  $B_\nu^1(\tau, \mu, \varphi)$  — це частини функції джерела, що зумовлені відповідно зовн. освітленням атмосфери та внутр. власними джерелами випромінювання атмосфери. Якщо ж таких джерел нема, а атмосферу освітлює зовн. потік випромінювання (напр., атмосфера планети, освітлена Сонцем), то функція джерела

$$B_\nu(\tau, \mu, \varphi) = (\lambda_\nu / 4\pi) \int I_\nu(\tau, \mu, \varphi) \chi_\nu(\gamma') d\omega' + \\ + (\lambda_\nu F_\nu / 4) e^{-\tau/\mu_0} \chi_\nu(\gamma),$$

де вже під  $I_\nu$  треба розуміти інтенсивність тільки дифузного випромінювання (тобто такого, що зумовлене фотонами, які розсіялись бодай один раз);  $\mu_0 = \cos z$ , де  $z$  — зенітна відстань Сонця;  $\pi F_\nu \mu_0$  — освітленість зовн. межі атмосфери Сонцем.

Якщо розглядають перенесення поляризованого випромінювання, то в Р. п. в. замість  $I_\nu$  є вектор Стокса  $I_\nu$ , а замість індикаторики розсіювання — матриця розсіювання. У випадку розгляду Р. п. в. у спектр. лінії з урахуванням перерозподілу фотонів за частотами у процесі розсіювання в інтегральному члені Р. п. в. буде функція  $p(\nu, \nu') d\nu$ , яка визначає імовірність того, що елементарний об'єм атмосфери, який поглинув фотон частоти  $\nu'$ , випромінить після цього фотони в інтервалі частот від  $\nu$  до  $\nu + d\nu$ . Очевидно, що  $\int p(\nu, \nu') d\nu = 1$ .

У випадку, коли у напівнечінній атмосфері джерела енергії розташовані на дуже великій оптичній глибині (як це є в зорях), а в середовищі відбувається тільки чисте розсіювання світла ( $\lambda_s=1$ ) у разі сферичної індикатриси розсіювання ( $\chi_\nu(y)=1$ ), то функція джерела у такій атмосфері описує рівняння Мілна

$$B_\nu(\tau) = (1/2) \int_0^\infty B_\nu(t) E_1(\tau-t) dt,$$

де  $E_1(\tau) = \int_0^1 e^{-\tau/x} \frac{dx}{x}$ . Це рівняння роз-

глядають, коли вивчають перенесення випромінювання у фотосферах Сонця та зір. У наближенні локальної термодинамічної рівноваги функція визначена Планка законом випромінювання, і розв'язок рівняння Мілна дає змогу визначити залежність локальної температури  $T$  від оптичної глибини. Зокрема, якщо проінтегрувати обидві частини рівняння Мілна за всіма частотами, то матимемо

$$T^4(\tau) = (1/2) \int_0^\infty T^4(t) E_1(\tau-t) dt.$$

Точний розв'язок цього рівняння такий:

$$T^4(\tau) = (3/4) T_{\text{eff}} [1 + q(\tau)],$$

де  $T_{\text{eff}}$  — ефективна  $T$ -ра зорі;  $q(\tau)$  — функція Хопфа, що монотонно змінюється у невеликих межах від  $q(0)=1/\sqrt{3} \approx 0.58$  до  $q(\infty) \approx 0.71$ . Тепер Р. п. в. за кожних конкретних умов розв'язують, як звичайно, за допомогою ЕОМ. Значну роль відіграють також строгі асимптотичні формули. Одним із розв'язків Р. п. в. для середовищ, у яких нема джерел випромінювання і відбувається тільки його поглинання, є закон Бугера—Ламберта послаблення випромінювання.

**РІВНЯННЯ РІВНОДЕНЬ** — те ж саме, що й нутація за прямим піднесенням.

**РІВНЯННЯ ЧАСУ** — різниця між середнім сонячним часом  $T_\lambda$  та справжнім сонячним часом  $T_\odot$  на один і той самий момент на заданому меридіані:

$$\eta = T_\lambda - T_\odot,$$

або

$$\eta = t_m - t_s = \alpha_s - \alpha_m,$$

де  $t_m$ ,  $t_s$  — годинний кут середнього екваторіального Сонця та справжнього Сонця відповідно;  $\alpha_m$ ,  $\alpha_s$  — відповідно, прямі піднесення середнього та справжнього Сонця. Числове значення Р. ч. змінюється протягом року приблизно від  $-16$  хв (блізько 1 листопада) до  $+14$  хв (блізько 15 лютого). Близько 15 квітня, 14 червня, 1 вересня та 24 грудня  $\eta=0$ . З небесної механіки відомо, що Р. ч. є сумою двох періодичних функцій, одна з яких відображає нерівномірність руху Сонця по екліптиці (тобто нерівномірність орбітального руху Землі) і називається рівнянням центра, або рівнянням від ексентриситету, та має період 1 тропічний рік, а друга відображає зміну склонення Сонця під час його руху по екліптиці, називається рівнянням від нахилу екліптики та має період у 0.5 тропічного року. Р. ч. на будь-який момент часу можна приблизно обчислити за такою формулою:

$$\eta = T_1 \sin(\lambda_s + 259^\circ) + T_2 \sin 2\lambda_s,$$

де  $T_1=7.7$  хв,  $T_2=9.9$  хв;  $\lambda_s$  — довгота екліптична Сонця на момент обчислень. Р. ч. наводять в Астрономічних щорічниках та календарях на кожну середину північ для Гринвіцького меридіана. Зміст поняття Р. ч. розкривають у поясненнях до астр. щорічника чи календаря.

**РІГЕЛЬ** — зоря  $\beta$  Оріона ( $0.13''$ ), надгіант, візуально-подвійна зоря, розділення компонент  $10''$ .

**РІГІЛЬ** — див. Толіман.

**РІЗЕЦЬ** — сузір'я Південної півкулі неба. У Р. немає зір, яскравіших від  $4''$ .

З території України не видно.

**РІК** — проміжок часу, який визначають обертанням Землі навколо Соня.

Є кілька понять Р., які за тривалістю дещо відрізняються одне від одного, що зумовлене складністю руху Землі навколо Сонця: сидеричний рік; тропічний рік; аномалістичний рік; драконічний рік; календарний рік; юліанський рік; Бесселів рік та місячний рік.

**РІЧІ** Джордж Уілліс, Ritchey G. W. (1864—1945) — amer. астроном і конструктор телескопів. У 1905—1924 очолював оптичну і механічну майстерні обсерваторії Маунт-Вілсон.

Розробив технологію шліфування, полірування й випробування великих параболічних дзеркал, винайшов нову, «плаваючу» систему розвантаження

дзеркал у телескопах. Запропонував конструкцію і виготовив оптику багатьох великих телескопів, зокрема 1.5- і 2.5-м рефлекторів обсерваторії Маунт-Вілсон. Удосконалив методи астрофотографії. В 1917 вперше відкрив нові зорі в ін. галактиках, що було першим свідченням про зоряний склад цих об'єктів. Разом з А. Кретьєном винайшов нову апланатичну систему рефлектора.

**РІЧІ—КРЕТЬЄНА ОПТИЧНА СИСТЕМА** — одна з передфокальних апланатичних систем *телескопа-рефлекто-ра*, у якій паралельні промені світла, що йдуть від зорі, падають на гол. угнуте, відбиваються на вторинне опукле гіперболічне дзеркало і збираються позаду першого, де будується зображення. В Р—К. о. с. виправлено сферичну *аберацію* та кому. Для виправлення астигматизму і збільшення поля до 1—2° застосовують спеціальні лінзові коректори поля (напр., дволізний коректор Росса у гол. фокусі або Вінне для вторинного та ін.). Р—К. о. с. має малі аберрації, тому ці телескопи більш світлосильні, ніж звичайні класичні *Кассегренова система*, їхній вхідний отвір  $A = -1:8$ , тоді як класичних — близько 1:15. Саме тому він чутливіший до децентрувань, ніж класичний «*кассегрен*».

Р—К. о. с. запропонував А. Кретьєн 1922, а вперше реалізував Дж. Річі у 1928. Сьогодні це одна з найпопулярніших оптичних систем, яку застосовують для будівництва великих телескопів.

**РІЧНЕ РІВНЯННЯ** — нерегулярність у русі *Місяця* (яка може сягати 11' за рік), наслідок впливу збурюального ефекту *Сонця*.

**РІЧОЛІ** Джованні Battista, Riccioli G. B. (1598—1671) — італ. астроном. Був професором коледжу в Болоньї. В 1651 опублікував карту Місяця, складену ним разом з Ф. М. Грімальді, на якій надали назви багатьох деталям поверхні Місяця.

**РНДБ-МЕТОД** — те ж саме, що *радіоінтерферометрія із наддовгою базою*.

**РОГИ (диска)** — точки перетину лімба з термінатором.

**Роги видимі** (на поверхні сферичного тіла) — точки перетину рефракційного лімба з видимим термінатором.

**Роги геометричні** (на поверхні сферичного тіла) — точки перетину геом. лімба з геом. термінатором.

**Роги ортографічні** (на поверхні сферичного тіла) — точки перетину ортографічного лімба з ортографічним термінатором; полюси екватора інтенсивності.

**Роги рефракційні** (на поверхні сферичного тіла) — точки перетину рефракційного лімба з рефракційним термінатором.

**РОЗБІГАННЯ ГАЛАКТИК** — відкритий Е. Хабблом у 1929 на підставі вивчення червоного зміщення в спектрах галактик факт збільшення з часом відстаней між цими галактиками. Р. г. зумовлене розширенням доступного для спостережень *Всесвіту*. Описують формулою — Хаббла законом  $v=Hr$ , де  $v$  — швидкість руху галактики;  $r$  — відстань до неї;  $H$  — Хаббла стала.

**РОЗДІЛЬНА ЗДАТНІСТЬ** (телескопа) — величина, обернена до мін. кутової відстані між точковими об'єктами однакової спектр. яскравості, які ще можна розрізняти у телескоп. Для ідеальних умов, за критерієм Релея, обернену мін. кутову відстань визначають як теор. Р. з.; вона дорівнює оберненому радіусу диска  $Epi \cdot r^{-1}$  гол. дзеркала:  $1/r = \frac{D}{\lambda \cdot 1.2197} [\text{рад}^{-1}]$ , де  $D$  — діаметр гол. дзеркала телескопа (*антени радіотелескопа, бази оптичного чи радіоінтерферометра*).

Реально Р. з. залежить від *апаратної функції* телескопа, яка пов'язана з *абераціями оптичної системи*, деформаціями конструкції телескопа, його коливанням (дрижанням). На Р. з. накладаються також атмосферні умови, що відображається на ефективності телескопа. На практиці Р. з. зручно оцінювати в секундах дуги. Напр, теор. Р. з. для 2-м телескопа при  $\lambda=0.555$  мкм дорівнює 0.07", однак фактично в сучасних телескопах вона є в межах від 0.2 до 0.7".

**РОЗЕТКА** — туманність NGC 2237-38 в Однорозі. Розміри 64'×61', відстань 1100 пк. Типовий приклад симбіозу асоціації зоряної (NGC 2244), яка складається з *O-зір* з емісійними лініями в спектрі, і туманності, що свідчить про їхній тісний генетичний зв'язок.

**РОЗПИЛЕННЯ** — фіз. руйнування міжзоряніх пилинок, яке полягає у вибиванні молекул з поверхні пилинки у разі її зіткнення з частинками газу,

космічними променями та ін. пилінками. Р. — гол. механізм руйнування пилінок у міжзоряному середовищі.

**РОЗПОВСЮДЖЕНІСТЬ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ** — те ж, що й *вміст хімічних елементів*.

**РОЗСІЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ** (світла) — явище зміни напряму поширення пучка електромагнітного випромінювання (світла) внаслідок взаємодії його з атомами, молекулами, порошинками та окремими неоднорідностями густини речовини середовища, в якому він поширюється. Р. е. в. може також супроводжуватися зміною частоти, поляризації (див. *Поляризація світла*) та фази електромагнітних хвиль розсіяного випромінювання.

В астрофіз. процесах Р. е. в. відіграє дуже важливу роль під час *перенесення випромінювання* в косм. тілах (тобто під час його поширення в цих об'єктах). Напр., лінії поглинання в спектрах зір утворюються завдяки Р. е. в. в їхніх фотосферах (див. *Спектр*), унаслідок Р. е. в. спостерігають також сонячну корону під час сонячних затемнень та ін.

Загальний опис Р. е. в. дають у квантовій механіці, за якою Р. е. в. розглядають як процес поглинання частинками речовини фотонів та їхнього перевипромінювання в різних напрямах. Р. е. в. називають пружним, якщо енергія фотонів не змінюється, та непружним, якщо вона змінна.

У багатьох випадках достатнім є опис Р. е. в. хвильовою теорією *випромінювання*, за якою електромагнітні хвилі збуджують коливання в частинках речовини, які таким чином стають джерелом вторинних електромагнітних хвиль. У цьому випадку Р. е. в. називають когерентним, якщо фаза електромагнітної хвилі під час її розсіювання не змінюється. В ін. випадку Р. е. в. називають некогерентним. Крім того, якщо частота електромагнітного випромінювання у разі падіння на частинку, що розсіює, дорівнює частоті власних коливань частинки (напр., електрона або атомів у молекулі), то Р. е. в. називають резонансним.

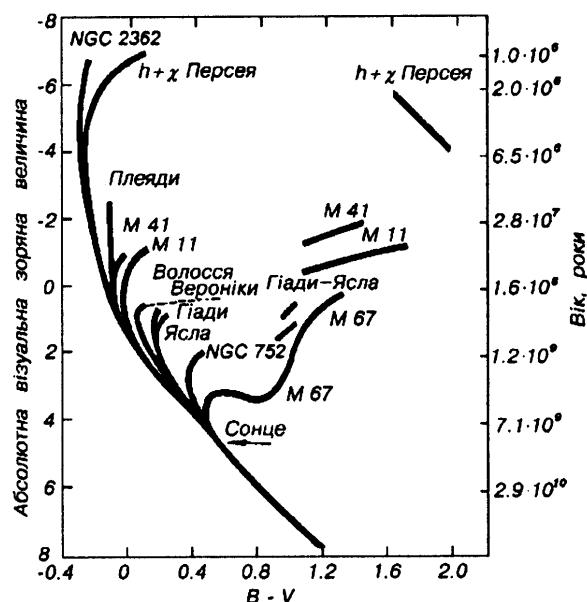
Кількісно Р. е. в. описують такими характеристиками. Об'ємний коефіцієнт послаблення (або *екстинкції*)  $\alpha$  визначає частку променистої енергії, що її ви-

лучає в ізотропному середовищі шар речовини геом. товщини  $ds$  у разі освітлення його випромінюванням, що падає на шар по нормальні до його межі; розмірність  $[m^{-1}]$ . Іноді  $\alpha$  називають коефіцієнтом поглинання. Величина  $\alpha = \sigma + \kappa$ , де  $\sigma$  — об'ємний коефіцієнт розсіювання;  $\kappa$  — об'ємний коефіцієнт *істинного поглинання*, причому  $\sigma$  визначає лише частку розсіяного випромінювання. Безрозмірна величина  $\omega = \sigma/\alpha$  — альбедо частинки, або альбедо одноразового розсіювання. Кутовий розподіл розсіяного випромінювання визначає *індикатором розсіювання*.

Для анізотропного середовища описані вище величини будуть ще залежати від орієнтації шару середовища, яке розглядають. Якщо  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\kappa$  розділити на кількість частинок в одиниці об'єму, то одержимо відповідно переріз за послабленням, переріз розсіювання та переріз поглинання частинки, які вже мають розмірність  $[m^2]$ .

Гол. значення в астрофізиці мають такі механізми Р. е. в.: релеївське розсіювання електромагнітного випромінювання, томсонівське розсіювання електромагнітного випромінювання, комптонівське розсіювання електромагнітного випромінювання, теорія *Мі розсіювання електромагнітного випромінювання*.

**РОЗСІЯНІ СКУПЧЕННЯ**, відкриті скупчення —



Узагальнена діаграма Герцшпрунга — Рессела для розсіяних зоряних скупчень різного віку — від наймолодших (NGC 2362) до старих (M 67)

гравітаційно пов'язані групи зір I типу населення зоряного. Середню масу Р. с. оцінюють у  $300M_{\odot}$ . У їхній структурі виділяють ядро, діаметр якого не перевищує 20—30 пк (середнє значення 5—6 пк), і корону, діаметр якої в 2—10 разів більший, ніж діаметр ядра.

Вік Р. с. — від десятків мільйонів до кількох мільярдів років. Унаслідок цього вони можуть значно відрізнятися одне від одного зоряним складом і, отже, виглядом Герцшпрунга—Рессела діаграми (рис.). Каталог Р. с. містить 1180 об'єктів (1983). Р. с. сконцентровані до галактичної площини, а наймолодші зосереджені в спіральних рукавах.

Доступні для спостережень неозброєним оком Р. с. — Гіади ( $0.8''$ ), Плеяди ( $1.4''$ ), Ясла ( $3.9''$ ).

**РОССБІ ЧИСЛО** — безрозмірна величина, що дорівнює відношенню періоду обертання зорі  $P$  до часу обертання конвективного елемента у підфотосферній конвективній зоні  $t$ . Період обертання зорі визначають зі спостережень. Типовий час обертання конвективних елементів дає теорія внутр. будови зір. Для зір головної постійності розрахована величина  $t$  є функцією спектрального класу і залежить від прийнятого відношення довжини шляху переміщування до шкали висот  $\beta$ . Якщо  $\beta=2$ , то значення  $t$  становить близько 7 год для зір спектр. класу F0 і близько 20 діб для зір спектр. класу K0. Шляхом апроксимації числових результатів отримано прості вирази, які пов'язують  $t$  з показниками кольору зорі  $B-V$ . Рівень хромосферної активності зір, визначений відношенням випромінювання зорі в емісійних хромосферних лініях до болометричної світності, ліпше корелює з Р. ч., ніж зі швидкостями обертання зір: він зростає зі збільшенням Р. ч.

**РОССЕЛАНД** Свен, Rosseland S. (1894—1985) — норв. астроном, член Норвезької АН. У 1928—1965 — професор ун-ту в Осло, у 1934—1965 — директор Ін-ту теор. астрофізики ун-ту в Осло, у 1954—1965 — директор Сонячної обсерваторії в Осло.

Наук. праці стосуються теорії внутр. будови зір. Розробив метод усереднення коефіцієнта поглинання зоряної речовини за частотами (росселандів середній коефіцієнт поглинання), сформулював

проблему поширення випромінювання в речовині, що рухається.

**РОТАЦІЙНА НЕСТІЙКІСТЬ** (лат. *roto* — обертаюсь) — стан, який виникає тоді, коли відцентрова сила в певній точці тіла, що обертається, зрівнюється з силою тяжіння. Р. н. може відігравати важливу роль на ранній стадії формування зорі, коли під час її стискання внаслідок дії закону збереження моменту кількості руху кутова швидкість обертання протозорі суттєво збільшується. Р. н. може привести до відокремлення від протозорі значої кількості речовини.

Р. н. була вихідною ідеєю гіпотези Л. Лапласа про формування планет із кілець, що відокремлювалися від протосонця якраз унаслідок Р. н. Ця гіпотеза, однак, зазнала краху, оскільки не було взято до уваги розподіл моменту кількості руху в Сонячній системі.

**РОШ Едуард Альбер, Roche E. A. (1820—1883)** — франц. астроном і математик, чл.-кор. Паризької АН. З 1852 — професор ун-ту в Монпельє.

Наук. праці стосуються теорії внутр. будови і форми небесних тіл, а також космогонії. Дослідив фігури рівноваги рідких тіл обертання і розробив модель зоряної конфігурації, яку широко застосовують у фізиці тісних подвійних зір. Запропонував закон зміни густини Землі з глибиною. Довів наявність нижньої межі для радіуса орбіти супутника, що обертається навколо планети (межа Роша); на менших відстанях від планети супутник розривається припливні сили. Пояснив таким чином наявність кілець у Сатурна.

**РОША МЕЖА** — найближча відстань від планети, на якій може перебувати супутник планети, щоб не бути розірваним припливними силами. Цю задачу небесної механіки розв'язав Е. Рош. Р. м. отримано зіставленням різниці значень прискорення, що його завдяки притяганню з боку планети зазнають найближча і найдальша точки її супутника. Якщо  $\rho_p$  і  $\rho_c$  — відповідно середня густина планети і супутника;  $R_p$  — радіус планети, то Р. м. обчислюють зі співвідношення  $r_r \approx 2.46(\rho_c/\rho_p)^{1/3}R_p$ .

Для Сатурна  $r_r = 148\ 000$  км, а радіус краю його зовн. кільця 140 000 км, так що кільце міститься всередині Р. м. Можна, отже, вважати, що припливна

сила перешкоджає речовині кільця сконденсуватися в більше тіло — в один або декілька супутників. Супутники Сатурна, що є на цій відстані, могли бути захоплені ним.

**РОША ПОРОЖНИНИ** — простір, який оточує кожне з гравітуючих тіл, що рухаються по колових орбітах навколо спільногого центра мас. Ззовні Р. п. обмежені поверхнями однакового потенціалу і мають єдину спільну точку, яку називають внутр. (першою) Ж. Лагранжа точкою. Названі на честь Е. Роша.

Розміри Р. п. залежать від відношення мас компонент системи і відстані між зорями. Якщо в процесі еволюції одна компонента системи заповнює свою Р. п., то її речовина перетікає в Р. п. ін. компоненти через внутр. точку Лагранжа, що веде до обміну масою між компонентами.

«РУДОЛЬФОВІ ТАБЛИЦІ» — перші планетні таблиці, складені на підставі геліоцентричної системи світу.

Опубліковані Й. Кеплером у 1627.

**РУМБИ** — гол. сторони горизонту, які визначають точками півночі (N), півдня (S), сходу (E) і заходу (W).

**РУМОВСЬКИЙ** Степан Якович (1734—1812) — рос. астроном, академік Петербурзької АН. У 1763—1803 був директором академічної обсерваторії. Очолював також Географічний департамент академії і керував картографічними роботами академії. В 1761 і 1769 спостерігав проходження Венери по диску Сонця і на підставі цих спостережень вивів досить точне значення паралакса Сонця.

**РУХ ЛІНІЙ АПСИД** —

1. Обертання лінії апсид у площині орбіти.

2. У подвійних системах — процесія лінії апсид, яку спричиняють взаємні припливні збурення фігур зір.

**РУХ ПЕРИГЕЛІЮ** — повільне обертання великої осі планетної орбіти, спричинене притяганням ін. планет, а також ефектами загальної теорії відносності (ЗТВ), яке відбувається в тому ж напрямі, що й рух по орбіті самої планети.

Серед планет найбільшого значення Р. п. досягає у Меркурія: за 100 років перигелій його зміщується в напрямі руху планети на 566", з них на 281" унаслідок впливу Венери, 84" — Землі,

3" — Марса, 153" — Юпітера і 7" — Сатурна. Надлишок 38" зміщення перигелію Меркурія пояснюють лише ефектом ЗТВ. Р. п. Землі, зумовлений ефектом ЗТВ, становить 3.82", тоді як зміщення перигелію Землі унаслідок притягання Місяця — 1153".

**РУХ ПОЛЮСІВ ЗЕМЛІ** — зміщення полюсів географічних по поверхні Землі.

Р. п. З. відбувається внаслідок того, що миттєва вісь обертання Землі не зберігає в тілі Землі сталого напряму. Вперше думку про Р. п. З. висловив І. Ньютона у 1687. Теорію цього явища розробив 1790 Л. Ейлер. У 1842—43 Х. А. Ф. Петерс провів перші дослідження змінності широт, зумовлені Р. п. З., підтвердживши цим можливість вивчати зміщення полюсів за визначеннями широт.

На підставі даних про несферичність Землі Ейлер визначив період Р. п. по земній поверхні — 305 діб (Ейлера період). Висновки Ейлера за допомогою багаторічних спостережень перевірив С. Чандлер, який з'ясував, що період вільних коливань (або вільної нутації) становить 14 місяців (чандлерівський період). Таке збільшення теор. визначеного періоду пояснюють відхиленням реальної Землі від абсолютно твердого стану. Відомі й коротші періоди Р. п. З. Зокрема, є коливання, близькі до добових, а також довгоперіодичні коливання та віковий Р. п. З. Значення періодичних складових Р. п. З. не виходить за межі квадрата зі стороною 30 м, що призводить до зміни широти пункту на значення, менше 1". Для визначення Р. п. З. у 1898—1982 працювала спеціальна Міжнародна служба широти, в 1962—1982 — Міжнародна служба руху полюса, з 1988 працює Міжнародна служба обертання Землі.

**R-ZOPI** — зорі спектрального класу R за Гарвардською класифікацією. До R-з. належать вуглецеві зорі сферичної складової. Гол. параметри (маса, температура, світність) R-з. і зір спектр. класів K і M одинакові. Відмінність тільки в тому, що в спектрах R-з. є смуги поглинання вуглецевимісних молекул, яких немає в спектрах звичайних зір пізніх спектр. класів.

**г-ПРОЦЕС** — ланцюжок ядерних реакцій, кожна з яких описує захоплен-

ня нейтрона атомним ядром, причому проміжки часу між двома послідовними захопленнями дуже малі. Тому, якщо після захоплення чергового нейтрона утворюється нестійкий щодо бета-розпаду ізотоп, наступний нейtron буде захоплений раніше, ніж цей ізотоп встигне заznати бета-розпаду.

Назва г-п. походить від англ. *rapid* — швидкий. Надлишок нейтронів зростає доти, доки енергія відокремлення нейтронів не досягне деякого критичного рівня. Тоді швидкість захоплення нейтронів зрівноважиться швидкістю «вибивання» їх гамма-квантами з ядра. В цих «точках затримки» завдяки бета-розпаду захоплені ядром нейтрони перетворюються

в протони, після чого ядра знову можуть захоплювати нові нейтрони. Процес припиняється внаслідок значного зменшення температури чи концентрації нейтронів або у разі зруйнування синтезованих масивних ядер внаслідок поділу. Починається ж г-п., коли в середовищі є зародкові ядра (напр. залізо) і висока концентрація ( $n_n \geq 10^{19}$  см<sup>-3</sup>) гарячих ( $T \geq 10^9$  К) нейтронів. Такі умови виникають під час спалахів наднових.

Завдяки г-п. синтезують елементи, починаючи з миш'яку, зокрема, ядра елементів, важчих від вісмуту, синтезують тільки в г-п.