

Ч

ЧАНДЛЕР Сет Карло, Chandler S. C. (1846—1913) — амер. астроном. У 1881—1904 працював у Гарвардській обсерваторії.

Наук. праці стосуються дослідження вільного руху полюсів Землі, вивчення комет і змінних зір. Уперше знайшов складову з періодом 428 діб у коливаннях широти (період Чандлера). Склав декілька каталогів змінних зір.

ЧАНДЛЕРОВІ КОЛИВАННЯ ПОЛЮСА, вільна нутація — еквівалент ейлерового руху полюса для випадку пружної Землі.

Ч. к. п. з періодом у 14 місяців відкрив С. Чандлер 1891. Інтерпретація цього руху належить С. Ньюкому, який у 1892 якісно пояснив трансформацію ейлерового періоду вільних коливань полюса для абсолютно твердої Землі в чандлерів для пружної Землі. В 1909 виведено формулу Лява—Лармора, яка пов'язує деякі параметри Землі з тривалістю Ч. к. п.:

$$1 - T_0/T = [R\omega^2/(2g)] [(f - R\omega^2/(2g))^{-1}k,$$

де T_0 , T — відповідно, періоди ейлерового і Ч. к. п.; k — число Лява; R , ω , g , f — відповідно, радіус, кутова швидкість, прискорення вільного падіння і стиснення Землі. Якщо підставити значення відомих параметрів, одержимо досить просте співвідношення:

$$T = 304/(1 - 1.067k),$$

яке пов'язує чандлерів період з характеристиками пружних властивостей Землі.

Тривалість періоду Ч. к. п. за результатами астр. визначень є в межах від 1.13 до 1.21 року (416—433 діб, найімовірніший період — 428 діб), а середня амплітуда — у межах від 0.12 до 0.25". П. Мелькіор емпірично визначив три закони Ч. к. п.

1. Період Ч. к. п. зазнає флюктуацій з макс. відхиленням від середнього значення близько 4%.

2. Період Ч. к. п. пропорційний до його амплітуди.

3. Великий період Ч. к. п. корелює з малою амплітудою річного руху полюсів Землі.

Є дві моделі Ч. к. п.: модель зі змінним періодом і модель із загасанням.

ЧАНДРАСЕКАР Субраманьян, Chandrasekhar S. (1910—1995) — астрофізик, член Нац. АН США (1955) і Лондонського королівського т-ва (1944). З 1936 працював у Йеркській обсерваторії, з 1938 — професор Чиказького ун-ту.

Отримав багато фундаментальних результатів стосовно теорії внутр. будови зір, теорії перенесення випромінювання в атмосферах зір та планет, у зоряній динаміці, релятивістській астрофізиці та ін. розділах теор. астрофізики. Розробив теорію білих карликів, з'ясував наявність граничної маси білого карлика (межа Ч.), разом з М. Шенбергом визначив, що є межа для маси ізотермічного ядра зорі (межа Ч.—Шенберга). Моделі зір Ч.—Шенберга стали основою для побудови моделей червоних гігантів. Сформулював теорію зоряної динаміки, розвинув матем. апарат, який використовують у теорії чорних дір. Нобелівська премія з фізики (1983, разом з У. А. Фаулером).

ЧАНДРАСЕКАРА МЕЖА — найбільше теор. можливе значення маси білого карлика.

Якщо маса зорі, позбавленої внутр. джерел енергії, перевищує Ч. м., то тиск вироджених електронів не може зрівноважити гравітаційні сили, і зоря колапсує. Значення Ч. м. обчислюють

за співвідношенням

$$M_{\text{ч}} = (5.83/\mu_e^2)M_{\odot},$$

де μ_e — кількість нуклонів, які припадають на один електрон. Для суміші важких елементів $\mu_e \approx 2$ і $M_{\text{ч}} \approx 1.46 M_{\odot}$. Маса білих карликів, що мають великі швидкості обертання, можуть дещо перевищувати Ч. м.

ЧАНДРАСЕКАРА—ШЕНБЕРГА МЕЖА — найбільше значення маси ізотермічного гелієвого ядра зорі: $m_{\text{я}} = 0.12 M_{\odot}$.

З моменту, коли ядро зорі досягає Ч.—Ш. м., радіус зорі різко збільшується, і вона на *спектр—світність діаграмі* пересувається з головної послідовності в зону гігантів.

ЧАС — гол. (поряд з простором) форма існування матерії, яка визначає порядок змін явищ. Реальний фіз. зміст мають поняття «час руху» (тривалість) і «час події» (момент події). В житті людства, у природознавстві, точних науках Ч. є вимірюваною величиною, що визначає послідовність подій, проміжки між ними, швидкість перебігу різних процесів.

Астрономія займається вимірюванням та зберіганням Ч., визначенням співвідношення між мірою Ч. та астр. або фіз. явищами. Для вимірювання Ч. потрібна еталонна одиниця й устаткування, які дають змогу з відомою точністю відтворювати цю одиницю, а також облікувати такі одиниці.

Історично склалося так, що є декілька систем (шкал) Ч., які різняться між собою методами їх визначення — астр. спостереження, фіз. вимірювання або теор. обчислення.

З астр. спостережень визначають *місцевий зоряний час* s , на підставі якого обчислюють *місцевий середній сонячний час* T_{λ} , а за ним, враховуючи довготу місця, — *всесвітній час* T_0 . Зоряний та всесвітній час широко використовують в астрономії та *космонавтиці*. У повсякденному житті людей для зручності міжміських та міжнародних сполучень уведено *поясний час* $T_{\text{п}}$. Останнім часом в астрономії обмірковують шкалу Ч., яка ґрунтується на вимірюванні тривалості надходження імпульсів радіовипромінювання пульсарів (див. *Пульсарна шкала часу*).

Незалежним аргументом у рівняннях руху в *небесній механіці* є *динамічний*

час. Його вимірювання визначене рухом небесних тіл у *Сонячній системі*.

Найточнішою є фіз. шкала Ч. — *атомний час*. Для узгодження всесвітнього й атомного часу введено особливу шкалу Ч. — *всесвітній координований час*. Цю шкалу використовують під час передавання *сигналів точного часу*.

Динамічний і атомний Ч. — незалежні шкали Ч. Їх головню використовують у спостереженнях і обчисленнях, де особливу роль відіграє рівномірність і стабільність шкали Ч.

ЧАС ІСНУВАННЯ ШСЗ — проміжок часу від моменту виходу *штучного супутника Землі* на орбіту до моменту входження у густі шари *атмосфери* внаслідок гальмування.

У щільних шарах атмосфери (на висоті 150—160 км над поверхнею *Землі*) ШСЗ швидко втрачають кінетичну енергію і падають на Землю, практично повністю згоряючи.

ЧАС СПОСТЕРЕЖЕНЬ — астрокліматична характеристика. Розрізняють три поняття.

1. Ч. с. макс. можливий — сума тривалості астр. ночей у годинах за рік у певній місцевості $T_{\text{рік}}^{\text{макс}}$. Ч. с. макс. можливий — це функція тільки *широти* місцевості.

2. Ч. с. мін. — добуток середньої тривалості астр. ночі $T_{\text{міс}}^{\text{макс}}/n$ та кількості *днів* (діб) *метеорологічно ясних* $N_{\text{яд}}$ у цьому місяці:

$$T_{\text{міс}}^{\text{мін}} = \frac{1}{n} T_{\text{міс}}^{\text{макс}} N_{\text{яд}}$$

3. Ч. с. фактичний — добуток середньої тривалості ночі астр. $T_{\text{міс}}^{\text{макс}}/n$ та кількості ночей астр., ясних:

$$T_{\text{міс}}^{\text{факт}} = \frac{1}{n} T_{\text{міс}}^{\text{макс}} N_{\text{яд}}$$

ЧАСОВА ЗАТРИМКА ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ — величина τ_g , яку визначають різницею часу місцевих годинників T_1 та T_2 на момент надходження хвильового фронту

$$\tau_g = T_1 - T_2 = \frac{b}{c} \cos \theta,$$

де b — довжина бази *інтерферометра*; θ — кут між орієнтацією бази інтерферометра та напрямом на джерело; c — *швидкість світла*.

ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНА ХАРАКТЕРИСТИКА (ЧКХ) — кількісний критерій оцінки якості зображення оптичної системи, функція, за допомогою якої оцінюють здатність відображувальних оптичних систем та їхніх окремих елементів до передавання контрасту. Строго це є перетворення Фур'є функції розсіяння лінії (точки), яка описує особливості «розповзання» зображення окремо взятої тонкої лінії (точки).

ЧАША — сузір'я Південної півкулі неба. Найяскравіша зоря: α — Алькес, 4.07^m .

Найліпші умови видимості ввечері — у квітні—травні.

«ЧЕЛЕНДЖЕР» (англ. «Challenger») — назва космічного корабля багаторазового використання (США) (див. «Спейс Шатл»). Перший політ на борту «Ч.» здійснили 4 квітня 1983 астронавти П. Вейц, К. Бобко, Д. Петерсон, С. Масгрейв. Десятий політ «Ч.» 28 січня 1986 закінчився трагічно — через 72 с після старту з космодрому на мисі Канаверал ракета-носій вибухнула, і всі сім астронавтів (Ф. Скобі, М. Сміт, Д. Резнік, Е. Онізука, Р. Мак-Нейр, Г. Джарвіс, К. Маколіфф) загинули.

ЧЕРВОНЕ ЗМІЩЕННЯ — зміщення ліній у спектрах джерел випромінювання порівняно з їхнім положенням в еталонних спектрах.

Ч. з. виникає внаслідок Доплера ефекту в спектрах джерел, які віддаляються. Кількісно Ч. з.

$$z = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0 = \Delta\lambda / \lambda_0,$$

де λ — довжина хвилі лінії в спектрі джерела; λ_0 — довжина хвилі цієї лінії в еталонному спектрі. У деяких квазарів Ч. з. $z > 4$, для найдалших відомих галактик $z \approx 1$. Ч. з. виникає також у спектрах джерел з високим гравітаційним потенціалом, зокрема, в спектрах білих карликів.

ЧЕРВОНІ ГІГАНТИ — старі зорі, які після «вигоряння» водню в ядрі зійшли з головної послідовності й змістилися в зону Ч. г. на Герцшпрунга—Рессела діаграмі.

Водень продовжує горіти в тонкому шарі навколо ядра зорі, в якому він ще не «вигорів». Унаслідок цього оболонка зорі розбухає, і світність збільшується (бо зростає випромінювальна поверхня). Коли маса ядра перевищує $1.2M_{\odot}$, у

ньому починаються реакції синтезу гелію за схемою $3^4\text{He} \rightarrow ^{12}\text{C}$. Тоді оболонка зорі спадає, і зоря на діаграмі Герцшпрунга—Рессела зміщується ліворуч у бік гол. послідовності.

ЧЕРНИХ Микола Степанович (нар. 1931) — укр. астроном. Закінчив Іркутський педін-т (1959) та аспірантуру при Ін-ті теор. астрономії РАН (1964). З 1963 працює в Кримській астрофіз. обсерваторії, керує групою спостерігачів малих планет.

Наук. праці стосуються дослідження малих планет та комет. Відкрив 422 малі планети і дві комети, провів астрометр. спостереження майже усіх відомих малих планет. Брав участь у лазерних локаціях Місяця на 2.6 м рефлекторі КраО (1963—1970). Іменем Ч. названо малу планету № 2325.

ЧЖАН Хен (78—139) — кит. астроном і математик. Був придворним астрономом, з 116 жив у провінції, займаючись лише астрономією.

Винайшов декілька астр. інструментів, у т. ч. армілярну сферу. Описав 2 500 зір, що їх видно в Китаї, та згрупував їх у 124 сузір'я. Одним із перших правильно пояснив причину місячних затемнень. Правильно пояснював також зміну фаз Місяця. Відповідно до теорії неба Ч. Всесвіт безмежний у часі і просторі.

ЧИСЛОВІ ТЕОРІЇ РУХУ — числові методи розв'язування рівнянь руху небесних тіл.

Один з перших методів розв'язування запропонував 1768 Л. Ейлер. Широко відомий метод Адамса (1855). В сучасну епоху одним з гол. є метод Рунге—Кутта, що його запропонували К. Рунге (1895) та В. Кутт (1901). У 1951 В. Еккерт, Д. Брауер та Дж. Клеменс надрукували першу фундаментальну Ч. т. р. п'яти планет зовнішніх на 407 років — з 1653 по 2060. Сучасні Ч. т. р. містять положення планет у просторі через кожні 40 діб. З 1960 всі астрономічні щорічники на підставі цих теорій друкували ефемериди зовн. планет. У 1971 Р. Данком, В. Клепчинський та П. Зайдельман вдосконалили Ч. т. р. зовн. планет.

Після 1971 створено серію Ч. т. р. для всіх планет та Місяця, побудовану на досконаліших механічних схемах. Цим теоріям, створеним за допомогою ЕОМ,

надані літерно-цифрові позначення: DE200/LE200, DE26/ /LE44, DE102/LE51 (амер. теорія), AT-1 (СРСР). Ч. т. р. DE200/LE200 є базою всіх астр. щорічників, починаючи з 1984 (щорічники СРСР — з 1986). Вона охоплює час від 1800 до 2050 та впливає з рівнянь руху, що враховують взаємне притягання всіх дев'яти планет і Місяця, а також п'яти найбільших астероїдів, форму Землі, особливості обертання Землі та Місяця, ефекти теорії тяжіння Ейнштейна. Вдалося так підібрати значення мас та початкових елементів орбіт, що відхилення від точних спостережень не перевищує 0.05".

Ч. т. р. DE102/LE51 заснована на тій же схемі, що й DE200/LE200, і охоплює проміжок часу в 4 403 роки — від 1411 до н.е. до 3002 н. е. (див. *Теорії руху*).

ЧОРНА ДІРА — об'єкт, маса M якого стиснута всередині його сфери Шварцшильда.

Назва пов'язана з тим, що з Ч. д. назовні не може вирватися ні випромінювання, ні частинка. Межу простору, за яку не виходить світло, називають *горизонтом подій* Ч. д.

Для того, щоб тяжіння не дало змоги випромінюванню вирватися за горизонт подій, маса M , що створює це поле, повинна стиснутися до об'єму з радіусом, що менший від гравітаційного радіуса (*Шварцшильда радіуса*)

$$R_G = 2GM/c^2,$$

де G — гравітаційна стала; c — швидкість світла. Для Сонця $R_G \approx 3$ км. За теорією тяжіння Ейнштейна, яка характеризує поле тяжіння Ч. д., поблизу Ч. д. геом. властивості простору описує неевклідова геометрія, а час минає повільніше, ніж далеко від такого сильного поля тяжіння. Рух матеріальних частинок в околі сильних полів тяжіння теж не підпорядкований законам *І. Ньютона*. Якщо Ч. д. обертається навколо своєї осі, то всі матеріальні частинки в деякому її околі, зовн. межу якого називають межею статичності, будуть захоплені полем тяжіння Ч. д. і братимуть участь у русі навколо неї. Горизонт подій Ч. д. є під межею статичності, а частину простору між ними називають ергосферою Ч. д. У разі падіння матеріального тіла на Ч. д., що обертається, воно спочатку відхиляється в своєму русі в бік обертання Ч. д., перетинає

межу ергосфери і поступово наближається до горизонту подій. Зовн. спостерігач простежуватиме почервоніння і послаблення світла, що його випромінює тіло, яке падає, аж до повного його зникнення в момент входження під горизонт подій.

Найцікавіші процеси відбуваються саме в ергосфері Ч. д. Обчислення засвідчили таке: якщо в ергосферу Ч. д. влітає частинка з певною енергією ε_1 і зазнає розпаду на дві частинки, то можливі варіанти, коли одна з них впаде на Ч. д., а ін. з певною ймовірністю перейде на таку орбіту, що вилетить з ергосфери з величезною швидкістю, її енергія ε_2 може набагато перевищувати початкову енергію материнської частинки. Саме так працює двигун, запропонований Р. Пенроузом. Надлишок енергії $\varepsilon_2 - \varepsilon_1$ почерпнуто з енергії обертання Ч. д. Розрахунки свідчать, що в такий спосіб з Ч. д. можна вичерпати до 29% її початкової маси-енергії (зокрема, в *термоядерних реакціях* тільки близько 1% маси речовини перетворюється в енергію).

Теорія допускає злиття двох і більше Ч. д., однак накладає суворі обмеження на ймовірність протилежного процесу — розпаду Ч. д. В ергосфері Ч. д. можливі квантові процеси формування елементарних частинок (т. зв. квантове випаровування), які, вилітаючи з ергосфери на нескінченність, забирають частину енергії Ч. д.

Ч. д., що не обертається, випромінює як *чорне тіло* з температурою $T = 10^{11} (10^{15}/M)$ К, повна потужність електромагнітного випромінювання $L = 10^{17} (10^{15}/M)$ Дж/с⁻¹, тривалість суттєвого зменшення маси Ч. д. $\tau \approx 10^{10} (M/10^{15})^3$ років, тут M — маса Ч. д. у грамах. У міру зменшення маси Ч. д. потужність випромінювання збільшуватиметься, і врешті-решт маленька Ч. д. спалахне як мільйон мегатонних водневих бомб (останні 10^9 г її маси перетворяться у випромінювання за 0.1 с).

Проте в реальних умовах *Всесвіту* Ч. д., які сформувалися із зір, нарощують свою масу за рахунок випадання на них газу, випромінювання і *реліктового випромінювання*, компенсуючи втрати, зумовлені квантовим випаровуванням.

За сучасними уявленнями Ч. д. мали б виникати внаслідок *гравітаційного колапсу* зір, позбавлених внутр. джерел

енергії, якщо їхні маси перевищують *Оппенгеймера—Волкова межу*. Крім того, є теорії утворення первісних Ч. д. на ранніх стадіях розширення Всесвіту.

Виявити Ч. д. можна тільки за її зовнішнім статичним гравітаційним полем, тобто за гравітаційним впливом Ч. д. на рух сусідньої зорі, якщо вона є компонентою *подвійної системи*, або на навколишнє газове середовище — газ може випадати на Ч. д. з виділенням гравітаційної енергії. Якщо речовина, що випадає, має певний кутовий момент відносно Ч. д., тоді *акреція* відбувається з утворенням *акреційного диска* навколо Ч. д., за випромінюванням якого її можна виявити (див. *Рентгенівські джерела*). Гіпотезу масивних Ч. д. використовують для пояснення феномена активності ядер *галактик* і деяких *пекулярних зір*. Зокрема, велетенська *еліптична галактика M 87* — один з найреальніших кандидатів у Ч. д. Серед галактичних об'єктів таким є *рентгенівське джерело Лебідь X-1*.

ЧОРНЕ ТІЛО, абсолютно чорне тіло — тіло, яке повністю поглинає будь-яке *електромагнітне випромінювання*, що падає на його поверхню, незалежно від своєї *температури*. Поняття Ч. т. увів 1859 Г. Р. Кірхгоф.

Інтенсивність випромінювання одиниці поверхні Ч. т. — універсальна функція частоти і т-ри тіла (див. *Планка закон випромінювання*), а повна кількість енергії, яку випромінює одиниця поверхні Ч. т. за одиницю часу, пропорційна до четвертого степеня т-ри (див. *Кірхгофа закон випромінювання*).

Найдосконалішою моделлю Ч. т. є замкнута зачорнена зсередини сфера з маленьким отвором.

Поняття Ч. т. є фундаментальним у теорії випромінювання, його широко ви-

користовують в *астрофізиці*. *Випромінювання Сонця* близьке до випромінювання Ч. т. з т-рою 6 000 К. Весь *Всесвіт* пронизаний *реліктовим випромінюванням*, близьким до випромінювання Ч. т. з т-рою 3 К.

ЧОРНИЙ Сергій Данилович (1874—1956) — укр. астроном. У 1923—1939 — професор і директор обсерваторії Київського ун-ту.

Наук. праці стосуються теор. астрономії і небесної механіки. Розробив оригінальні методи визначення орбіт комет і планет. Виконав низку спостережень великих планет, комет, астероїдів. Розвинув теорію змінності β Ліри. Написав перший підручник з астрономії укр. мовою.

ЧУМАЦЬКИЙ ШЛЯХ — те ж саме, що й *Молочний Шлях*.

ЧУРЮМОВ Клим Іванович (нар. 1937) — укр. астроном. Працює в Астр. обсерваторії Київського ун-ту.

Гол. праці в галузі фізики малих тіл Сонячної системи — комет та астероїдів. Відкрив дві комети: короткоперіодичну комету Ч.—Герасименко (1969) та довгоперіодичну комету Ч.—Солодовникова (1986). Ім'ям Ч. названо малу планету №2627 (1984). Дійсний член Нью-Йоркської АН (1994).

ЧУРЮМОВА—ГЕРАСИМЕНКО КОМЕТА — комета сім'ї *Юнітера*. Відкрили її (жовтень 1969) на астрофотографіях, одержаних в Астрофіз. ін-ті АН Казахстану, К. І. Чурюмов і С. І. Герасименко.

Спостерігали комету 1969—70, 1975 і 1982—83. Рухається по еліптичній орбіті з такими *елементами орбіти*: $e=0.63$, $i=7.15^\circ$, $a=3.50$ а.о., $q=1.31$. *Період обертання* навколо Сонця 6.6 року. Радіус льодяного ядра 0.5 км. Позначають 1982f.