

У Німеччині, в Інституті фізики плазми в Грайфсвальді, **10 грудня 2015 р.** запущено термоядерний реактор Wendelstein 7-X, в якому утримання плазми засновано за принципом стеларатора.

Нині в світі існують два перспективних проекти термоядерних реакторів: токамак (тороїдальна камера з магнітними котушками) і стеларатор. В обох установках плазма утримується магнітним полем, але у токамаці вона має форму тороїдального шнура, по якому пропускається електричний струм, а в стелараторі магнітне поле наводиться зовнішніми котушками. Останнє є головною відмінністю стелараторів від токамака й обумовлює складну конфігурацію в ньому магнітного поля. Конструкцію стеларатора вперше запропонував в 1951 р. американський фізик Л. Спітцер. Концепцію токамака запропоновано в 1951 р. радянськими фізиками А.Д. Сахаровим

та І.Є. Таммом. Нині Wendelstein 7-X є найпотужнішим стеларатором у світі.

Випробування, проведені в перший день запуску стеларатора, були успішними. Фізикам вдалося за допомогою мікрохвильового імпульсу потужністю 1,3 мегавата нагріти один міліграм газоподібного гелію до температури в мільйон градусів Цельсія і утримати отриману плазму в рівновазі протягом 0,1 секунди.

Стелараторний напрям активно розвивався в Україні, у Харківському фізико-технічному інституті. Початок напрямку покладено К.Д. Синельниковим, надалі він розвивалося під керівництвом В.Т. Толока. Зокрема, в Харкові було введено в дію термоядерні установки стелараторного типу «Сіріус», «Ураган-1», «Ураган-2» (пізніше «Ураган-2М»). У 1981 році у ХФТІ побудовано найбільший на той час стеларатор-торсатрон «Ураган-3».

* * *

У лютому 2015 р. група дослідників з США, Європи, Чилі та Південної Африки повідомила, що близько 70 000 років тому в Сонячну систему відбулося вторгнення іншої зорі (червоного карлика), яка пройшла через зовнішню частину Сонячної системи, відому як хмара Оорта. Вплив зорі на Сонячну систему був мінімальним. Нині вона знаходиться від нас на відстані 20 світлових років.

27 березня 2015 р. з космодрому Байконур стартував космічний корабель «Союз ТМА-16М» з екіпажем на борту — Г. Падалка, М. Корнієнко (Росія) і С. Келлі (США). Особливу роль у цьому польоті має відіграти американський астронавт С. Келлі: на його прикладі вчені мають вивчити вплив космічного польоту на гени людського організму. Виявити можливі зміни допоможуть спостереження не тільки за астронавтом на борту космічного корабля, а й за його братом-близнюком М. Келлі, який залишився на Землі.

13 квітня 2015 р. дані з марсохода НАСА Curiosity засвідчили існування рідкої води на поверхні Марса. Марсохід має систему моніторингу навколишнього середовища, яка вимірює відносну вологість та температуру в місці його перебування. Вчені також встановили наявність у марсіанському ґрунті перхлоратів. Саме ці солі вночі поглинають воду з атмосфери, утворюючи соляні плівки — насичені водні розчини, які утримують воду нижче точки замерзання (до -70°C). Під час марсіанського дня, коли температура піднімається, вода з цих розчинів випарується. Встановлено наявність водяної пари

біля поверхні Марса. Таким чином, має місце специфічний кругообіг води — з соляних пльок до атмосфери і, навпаки.

3 червня 2015 р. на Великому адронному колайдері (ВАК) почалися зіткнення частинок при енергії 13 тераелектронвольт (TeV), що знаменувало початок нового етапу його роботи після періоду модернізації, який тривав 27 місяців. Вже 14 липня в результаті експериментів вперше виявлено пентакварк — нову елементарну частинку, складену з чотирьох кварків і одного антикварка. Її відкрито при зіткненнях протонів при енергіях до 8 TeV. Фізики вважають, що пентакварк складається з двох верхніх кварків, одного нижнього та зачарованого кварка й антикварка. Існування пентакварків теоретично передбачено в 1997 р.

23 липня 2015 р. з космодрому Байконур здійснено запуск пілотованого космічного корабля «Союз ТМА-17М» з екіпажем у складі О. Кононенка (Росія), К. Юї (Японія) і Ч. Ліндгрена (США). Після шестигодинного автономного польоту корабель успішно пристикувався до малого дослідницького модуля МІМ-1 російського сегмента Міжнародної космічної станції.

23 липня 2015 р. вчені НАСА повідомили про відкриття за допомогою телескопа «Кеплер» першої землеподібної екзопланети — Kepler-452b навколо сонцеподібної зорі Kepler-452. Вона міститься на відстані 1400 світлових років від Землі в сузір'ї Лебедя, діаметр її на 60% більший, ніж у Землі.

У серпні 2015 р. компанія D-Wave Systems анонсувала випуск нового квантового комп'ютера D-Wave 2X і повідомила, що продуктивність

пристрою в 600 разів перевищує аналогічний показник звичайних (класичних) комп'ютерів (без урахування часу введення і виведення даних). Якщо врахувати завантаження і вивантаження інформації, то D-Wave 2X випереджає звичайний комп'ютер у 15 разів. Штаб-квартира D-Wave Systems розташована в Канаді. 11 травня 2011 року компанія оголосила про створення комп'ютера D-Wave One, який визначила як "найперший у світі квантовий комп'ютер, який можна придбати". На даний час D-Wave Systems є єдиною в світі компанією, яка продає створювані нею квантові комп'ютери. Її клієнтами, зокрема, є Google і НАСА. Квантовий комп'ютер, на відміну від класичного, працює на основі законів квантової механіки. Так, обчислення в ньому виробляються з використанням кубітів — квантових аналогів класичних бітів.

2 грудня 2015 р. з космодрому Куру у Французькій Гвіані ракетою-носієм «Вега» Європейського космічного агентства відправлено в космос апарат LISA Pathfinder, в ході польоту якого відпрацюватимуться технології пошуку гравітаційних хвиль, передбачених А. Ейнштейном у його загальній теорії відносності.

22 грудня 2015 р. американська приватна компанія SpaceX вперше здійснила кероване приземлення ракети-носія «Фалькон 9», яка успішно вивела на орбіту 11 комерційних супутників зв'язку типу Orbcomm-G2 (кожен вагою 172 кг). Приблизно через 10 хвилин після старту ракети приземлилася у вертикальному положенні в 10 км від місця запуску на місі Канаверал у Флориді. Цей запуск — величезний успіх, який кардинально змінить космічну індустрію, що витрачає мільйони доларів на одноразові ракети.

100 років загальної теорії відносності

Побудувавши 1905 р. спеціальну теорію відносності як нову фізичну теорію простору-часу, що запровадила нові просторово-часові уявлення (відносність довжини, часу та одночасності), А. Ейнштейн вирішив поширити її також на неінерціальні системи відліку і побудувати нову теорію гравітації. Перший крок на шляху її створення він зробив, коли спробував у рамках щойно створеної спеціальної теорії відносності відшукати польовий закон тяжіння. Однак невдовзі відмовився від цього, оскільки збагнув, що «розумну теорію гравітації можна побудувати тільки в результаті узагальнення принципу відносності».

Ще в ньютонівській теорії гравітації вважалося, що тяжіння однаково діє на різні тіла, надаючи їм однакових прискорень незалежно від їх маси і природи. Звідси впливав факт, що гравітаційна маса тіла дорівнює його інертній: $m_{\text{грав}} = m_{\text{ин}}$ (входять відповідно до закону всесвітнього тяжіння та другого закону Ньютона). Встановлений ще Г. Галілеєм і підтверджений 1889 р. експериментально Р. Етвешом з точністю до 10^{-9} . З цього факту, як показав 1907 р. А. Ейнштейн, впливала глибока аналогія між рухом тіл у гравітаційному полі та їх рухом у прискореній системі відліку. І в першій з циклу своїх статей, присвячених створенню нової теорії тяжіння, «Про принципи відносності та його наслідки» (1907), він припустив «повну фізичну рівноцінність гравітаційного поля і відповідного прискорення системи відліку» та поширив «принцип відносності на випадок рівномірно прискореного прямолінійного руху системи відліку»,

отже, замінив однорідне поле тяжіння рівномірно прискореною системою відліку. А це означало, що в ній сили інерції еквівалентні силам гравітаційного поля (еквівалентність гравітації та інерції). В одній з подальших статей «Проект узагальненої теорії відносності та теорії тяжіння» (1913), написаній спільно з М. Гроссманом, А. Ейнштейн висловився радикальніше, вважаючи, «що пропорційність інертної і важкої мас є точним законом природи, який повинний знаходити своє відображення вже в самих основах теоретичної фізики».

Інакше кажучи, загальновідомий факт А. Ейнштейн перетворив на закон — принцип еквівалентності. У цій же статті було розкрито зв'язок теорії тяжіння з метричними властивостями простору-часу і створено основу для нової теорії гравітації, яка мала б бути узагальненням його спеціальної теорії відносності з врахуванням принципу еквівалентності.

Розробку загальної теорії відносності А. Ейнштейн завершив 1915 р.

Докладно цю теорію А. Ейнштейн виклав у березневій 1916 р. статті «Основи загальної теорії відносності». В ній він також показав, як із загальної теорії відносності як перше наближення одержати теорію гравітації Ньютона. А. Ейнштейн розглянув можливість існування гравітаційних хвиль та втрати енергії системою тіл через їх випромінювання, довів, що гравітаційні поля поширюються з швидкістю світла, дослідив механізм їх виникнення та подав формулу для потужності гравітаційного випромінювання.