ВИДАТНИЙ ОДЕСЬКИЙ УЧЕНИЙ ГЕОРГІЙ ГАМОВ

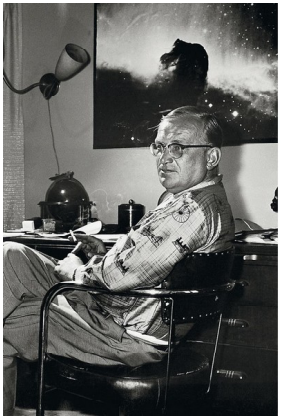
С. Парновський

Розповідь про чудового фізика Георгія Гамова я почну з перших двох абзаців статті у Вікіпедії: "Георгій Антонович Гамов (також відомий як Джордж Гамов, англ. George Gamow; 20 лютого (4 березня) 1904 року, Одеса – 19 серпня 1968, Боулдер, США) – радянський та американський фізик-теоретик, астрофізик та популяризатор науки.

У 1933 році залишив СРСР, не повернувшись з выдрядження за кордон. У 1940 році отримав громадянство США. Член-кореспондент АН СРСР (з 1932 по 1938 рік, відновлений посмертно 1990 року). Член Національної академії наук США (1953).

А тепер пройдемося по його життю та досягненням.

Ранні роки у СРСР. Після закінчення школи у 1921 році Гамов вступив на математичне відділення факультету професійної освіти Одеського інституту народної освіти (нині Одеський національний університет імені І. І. Мечникова), одночасно підробляючи обчислювачем в Одеській астрономічній обсерваторії. Через рік він вступив до фізико-математичного факультету Петроградського університету. Дослідження в галузі теоретичної фізики він почав під керівництвом Олександра Фрідмана, який вперше запропонував модель Всесвіту, що розширюється.



Як неважко розрахувати, членом-кореспондентом Академії наук СРСР Гамов став у 28 років. Мало хто може похвалитися таким раннім зізнанням. Але юного вченого було за що виділити серед решти фізиків його покоління. 1928 року, будучи на стажуванні в Німеччині, він створив теорію альфа-розпаду. Незалежно її розробили і американські вчені Рональд Герні (Ronald Gurney) та Едвард Кондон (Edward Condon). Це був дуже серйозний внесок у науку.

Що таке альфа-розпад? Незабаром після відкриття наприкінці 19 століття радіоактивного розпаду французом Анрі Беккерелем було встановлено, що радіоактивні ядра можуть випромінювати або позитивно заряджені альфа-частинки (так називаються ядра ізотопу гелію, що складаються з двох протонів і двох нейтронів), або негативно-заряджені електрони називається бета-розпад), або нейтральні гамма-промені, які виявилися просто світлом (електромагнітним випромінюванням) величезної частоти. Суттєво пізніше фізики виявили й інші, більш екзотичні види розпаду, але альфа (α), бета (β) та гама (γ) випромінювання все одно найвідоміші.

Гамов вдалося створити теорію α-розпаду. Він пояснив це явище за допомогою квантової механіки, що бурхливо розвивалася в той час, що описує властивості незвичайного і таємничого мікросвіту. Невдовзі експерименти підтвердили цю теорію.

Втеча з СРСР. Георгій Гамов хотів перебратися на Захід із сім'єю. Легального шляху він не мав і планував просто втекти. Спроба перетнути Чорне море на байдарці удвох із дружиною та втекти до Туреччини зірвалася через бурю, але залишилася непоміченою прикордонниками. Довелося повертатися та готуватися до нової спроби. 1933 року вони з дружиною не повернулися до СРСР після закордонної поїздки. Йому пощастило, що влада СРСР дозволила дружині поїхати з ним, адже зазвичай у таких випадках дружина залишалася в СРСР як заручниця.

У 1938 році двох найближчих друзів і колег Гамова було заарештовано НКВС. Матвій Бронштейн був розстріляний, а майбутній нобелівський лауреат Лев Ландау провів рік у в'язниці, звідки його випустили на прохання Нільса Бора та за поруку іншого майбутнього нобелівського лауреата – Петра Капиці.

Природно, репресію торкнулися величезної кількості фізиків, як теоретиків, і експериментаторів. Наприклад, у Харкові був розстріляний відомий фахівець у галузі фізики низьких температур та потенційний кандидат на Нобелівську премію Лев Шубніков та багато його колег з Харківського Фізико-Технічного інституту. Не виключено, що і для Гамова, якби він залишився в СРСР, все закінчилося б погано. Блискучий фізик-теоретик і тут не помилився у розрахунках.

В 1940 Гамов, який змінив ім'я на Джордж, отримав громадянство США, де і жив до своєї смерті в 1968 році. Але й там його не дали спокою. Коли під час Другої світової війни СРСР розгорнув у США велику шпигунську мережу зі збору інформації про деталі Манхеттенського проекту створення атомної бомби, це не обійшло стороною і родину Гамова. За свідченням радянського розвідника Павла Судоплатова, котрий очолював цю діяльність, він завербував дружину Гамова шпигувати для СРСР, погрожуючи репресіями родичів, що залишилися в СРСР. Втім, навряд чи вона могла забезпечити необхідну інформацію, яка йшла багатьма каналами, як від шпигунів, які працюють безпосередньо на НКВС, так і від фізиків та їхніх родичів лівих поглядів. Сам Гамов не брав участі у Манхеттенському проекті, але якісь відлуння йому були відомі.

Теорія первинного нуклеосинтезу. Отже, Гамов мав досвід у двох здавалося б далеких одна від одної областях фізики. Під керівництвом Фрідмана він почав займатися космологією – наукою розвитку Всесвіту як цілого. Теорія альфа-розпаду належала до фізики атомних ядер. І Гамов зумів пов'язати ці дві науки, створивши разом із колегами теорію первинного нуклеосинтезу.

Нуклеосинтез – це утворення ядер атомів. Дуже давно, відразу після утворення Всесвіту (фізики називають цей процес Великим Вибухом) у ньому не було жодних атомних ядер, крім протонів, які є ще й атомами найлегшого із ізотопів водню. Звідки взялися всі ці хімічні елементи, назви яких зібрані й упорядковані в таблиці Менделєєва? Вони утворилися з інших ядер та частинок у процесі нуклеосинтезу. Точніше у процесах, адже вони йшли в різний час і в різних місцях.

Первинний нуклеосинтез, яким займався Гамов, протікав у перші 20 хвилин після Великого Вибуху. У ранньому Всесвіті численні протони і нейтрони, що мелькають сюди-туди з величезними швидкостями, взаємодіяли при зіткненнях.

Отже ядра найлегшого ізотопу водню, тобто. протони були з самого початку. Ядер інших елементів або важчих ізотопів водню ще не могло бути, адже вони були б одразу розбиті на протони і нейтрони при зіткненнях з дуже

високоенергетичними частинками, що заповнювали весь Всесвіт і постійно зіштовхувались одна з одною. Температура була величезною, але зменшувалася в міру розширення Всесвіту. Зрештою інтенсивність зіткнень і енергії частинок, що налітають, зменшилися і виникли умови для утворення більш потужних атомних ядер. Почався первинний нуклеосинтез. Гамов із колегами описали його хід у подробицях.

Нуклеосинтез йшов доти, доки швидкості частинок, тобто їх температура, не впали нижче за поріг, необхідний для перебігу реакцій синтезу. Тому після його закінчення у Всесвіті крім протонів – ядер водню 1 – існували ще ядра дейтерію та тритію, а також ядра гелію-3 (^{3}He), гелію-4 (^{4}He) та літію-7 (^{7}Li). Але не було інших, більш масивних ядер, які утворюються при зіткненні трьох частинок або вимагають цілого каскаду реакцій, що повільно йдуть. Радіоактивні ізотопи тритій та ^{7}Be (цей ізотоп берилію з'явився на мить) швидко розпалися і їх можна не брати до уваги. Так що після їх розпаду в загальній масі водню було 75%, ^{4}He – 25% і зовсім небагато інших ізотопів: $3\cdot10^{-5}$ дейтерію, $2\cdot10^{-5}$ ^{3}He та 10^{-9} ^{7}Li.

Ці елементи називаються первинними. Дивно, що фізики розрахували склад Всесвіту на момент завершення цих процесів, а астрономи змогли перевірити це передбачення. Результат чудово збігся з передбаченою теорією змістом первинних елементів. Це служить прямим свідченням вірності теорії первинного нуклеосинтезу.

Цікаво, що стаття в Physical Review 1948 року, в якій були зроблені необхідні розрахунки, була написана Гамовим (Gamow) та його аспірантом Альфером (Alpher). Для краси вони запросили до співавторів відомого фізика Бете (Bethe), щоб набір авторів виглядав як Alpher-Bethe-Gamow, що нагадує початок грецького алфавіту. Звичайно, на цю статтю часто посилаються як на статтю $\alpha\beta\gamma$. Додатковий шарм надає та обставина, що статтю було опубліковано 1 квітня.

А як утворилися решта елементів? При термоядерних процесах усередині зір цей процес називається зоряним нуклеосинтезом. Гравітаційне поле зорі подібно до стінок невидимої судини не дає полетіти ядрам водню та інших елементів, нагрітих до високої температури тими самими термоядерними реакціями синтезу, які і перетворюють протони на ядра більш важких елементів.

При цьому з ядер водню виникали не тільки ядра гелію, але й важчих елементів, наприклад, вуглецю, аж до заліза. При зоряному нуклеосинтезі частота зіткнень часток була великою через велику щільність усередині зорі і тривав він досить довго, від мільйонів до мільярдів років.

Добре, але Землі зустрічається уран, явно важчий за залізо елемент. Як він утворився? Для відповіді нам знадобиться останній тип нуклеосинтезу – вибуховий. Якщо зоря внаслідок втрати рівноваги вибухає як наднова, то при цьому виділяється величезна кількість енергії, у тому числі у вигляді потоків частинок, що бомбардують речовину зорі.

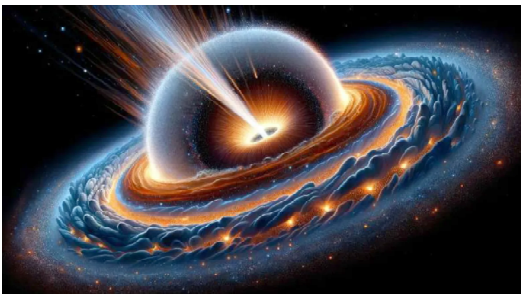
При цьому йдуть також процеси, спрямовані не на зменшення енергії ядер, а процеси ядерних перетворень під пучком випромінювання, в яких енергія просто поглинається. Так і виникають важкі елементи, які не можуть виникнути в інший спосіб. Вибух розкидає ці ядра космічним простором і потім з них може виникнути нова зоря або планета.

елементами, які при цьому утворилися. Розрахунки показують, що Сонце з його планетами мають занадто багато важких елементів, що вимагає не менше двох вибухів зір.

Урка-процес. Не буду докладно розповідати про інші роботи Гамова. Але хочу на одному прикладі продемонструвати почуття гумору, яке властиве одеситам.

Астрономи спостерігають досить екзотичні об'єкти, які називають нейтронними зорями. Фізики говорять про процес випромінювання нейтрино, який забирає енергію зі звичайної або нейтронної зорі, охолоджуючи її. Суть його проста. Якщо температура зорі висока, то в ній є електрони з великою кінетичною енергією. Такий електрон може зіткнутися з ядром атома і перетворити його на ядро елемента з атомним номером на одиницю меншим. При цьому вилітає нейтрино. Ядро, що утворилося, може розпастися, випустивши електрон, антинейтрино і перетворитися на ядро елемента, яким воно було нещодавно. При цьому дві випущені частинки, нейтрино і антинейтрино, відлетять геть від зірки, забираючи частину її енергії. Це називається нейтринним охолодженням чи урка-процесом. Він був запропонований Гамовим та бразильським ученим Маріо Шенбергом (Mário Schönberg).

Цікавою є історія, пов'язана з його назвою. Гамов і Шенберг зустрілися в Ріо-де-Жанейро в казино під назвою "Урка" (Cassino da Urca) та програли деяку суму, обговорюючи процес нейтринного охолодження. Вони провели аналогію між процесом, що обговорюється, і грою на рулетці. Гроші відвідувачів перейдуть власникам казино, як енергія зорі перейде у енергію нейтринного випромінювання. Як Гамов, так і син російських євреїв Шенберг чудово знали слово урка чи уркаган і дійшли висновку, що у казино під назвою Урка тебе просто зобов'язані пограбувати.



Ці наднові викликають бурю, сприяючи космічному життю та смерті. Відкриття того, що білі карлики-вампіри породжують пил, наближає астрономів до розуміння циклу життя та смерті зір. Астрономи виявили досі невідоме джерело космічного пилу, який є по суті будівельним матеріалом для зорь та планет. Виявляється, такий пил може бути створений в результаті космічного вибуху, який відбувається, коли зоря – білий карлик відриває матеріал від свого зоряного компаньйона. Білі карлики – це щільні зорі, що виникли, коли у них закінчується паливо для ядерного синтезу. Однак цим мініатюрним зорям не вистачає маси для повного колапсу, який призвів би до народження чорної дірки чи нейтронної зорі. Натомість вони утворюють білих карликів. Цікаво, що деякі білі карлики, що існують у подвійних системах, використовують компаньйонів, щоб повернутися до життя. Білий карлик може «вкрасти» матеріал із зовнішніх шарів свого компаньйона і потім вибухнути як наднова викидаючи велику кількість газоподібної речовини. Пил виникає через те, що газ стає досить холодним, щоб конденсуватись. Одного разу цей пил сконденсується в планетезімалі і, зрештою, у великі планети, починаючи ще одну ланку в кругообігу життя і смерті у Всесвіті.