**1. Міжзоряний пил і газ.**В. Я. Струве понад сто років тому вказав на існування міжзоряного поглинання світла, що остаточно було доведене тільки в 1930 р. Міжзоряне поглинання світла послаблює яскравість зір тим більше, чим далі вони від нас, і тим сильніше, чим коротша довжина хвилі. Тому далекі зорі здаються червонішими, ніж вони є насправді. Такий ефект має спричиняти дрібний пил, розміри частинок якого порівнянні з дов­жиною світлової хвилі.

Дослідження показали, що міжзоряний пил зосереджений у шарі невеликої товщини (близько 200—300 пк) уздовж галак­тичної площини. Він складається з розрідженого газопилового середовища, яке місцями згущається в хмари. Проходячи від­стань 1000 пк у площині Галактики, світло послаблюється в серед­ньому на 1,5 зоряної величини.

Зменшення видимої яскравості далеких зір утруднює точне визначення відстані до них порівнянням їх абсолютної зоряної величини з видимою. Визначаючи відстані, доводиться враховува­ти не тільки вплив космічного пилу, а й нерівномірний його розподіл, наявність темних хмар.

Подібні за своєю природою і близькі за складом газопило­ві хмари мають різний вигляд. Непрозорі для світла, вони мо­жуть спостерігатися як темні туманності (мал. 89).

Якщо поблизу великої газо­пилової хмари знаходиться яс­крава зоря великої світності, то вона освітлює цю хмару. Хмара, відбиваючи випроміню­вання зорі, має вигляд світлої туманності. Спектр цієї туман­ності такий самий, як і спектр зорі, що її освітлює.

Коли газопилова хмара освітлюється дуже гарячою

зорею (з температурою, не нижчою 20—30 тис. кельвінів), то ультрафіолетове випромінювання зорі іонізує водень та інші гази хмари і спричиняє їх світіння. Газ поглинає ультрафіолетові промені, а випромінює в червоних, зелених та інших лініях спектра. Таку світну хмару називають дифузною газовою туманністю. Якби гаряча зоря раптом згасла, туманність також незабаром перестала б світитися. Така типова туманність знаходиться в су­зір'ї Оріона (мал. 90). її видно (взимку) в сильний бінокль, проте тільки фотографія виявляє її структуру.

Газопилових розріджених дифузних туманностей відомо багато. Усі вони клочкуваті, не­правильної форми, без чітких обрисів. Спектр туманностей складається з яскравих ліній водню, кисню та інших легких газів. Деякі гази перебувають у такому стані, що дають спектр, який ніколи не спосте­рігався в земних умовах. Дві найяскравіші зелені лінії спект­ра туманностей довго припису­вали передбачуваному хімічно­му елементу «небулію» (що оз­начає «туманний»), який мав бути лише в туманностях. Але потім з'ясувалося, що ці лінії належать атому кисню, який втратив два електрони і світиться в умовах недосяжної для лабораторій розрідженості. Справді, густина газових туманностей близько 10-18 – 10-20 кг/м3

Особливий тип туманностей становлять планетарні туманно­сті (мал. 91) -світлі газові оболонки, що їх викидають зорі на певній стадії свого розвитку, яка є закономірним етапом для більшості зір. Природа їх свічення така сама, як і дифузних туманностей.

У 1931 р. автор цього підручника довів, що зорі в процесі еволюції викидають стільки газу, що його достатньо для форму­вання нових поколінь зір.

Газові дифузні туманності утворюють у галактичній площині шар товщиною лише близько 200 пк. Вони належать до на­селення, характерного для спіральних віток Галактики. Розміри туманностей величезні — кілька парсеків або кілька десятків пар­секів, так що в них звичайно буває занурено кілька зір.

Сучасна техніка спостережень в інфрачервоному і радіодіапа­зонах дає змогу досліджувати газопилові хмари, непрозорі для видимого світла, і вивчати процес зореутворення, який від­бувається в цих хмарах. Найближчою до нас областю, де і в наш час утворюються зорі, є газопиловий комплекс у сузір'ї Оріона.

**2. Виникнення зір**. На користь гіпотези про виникнення зір внаслідок гравітаційної конденсації (тобто взаємного тяжіння частинок) з холодних газопилових хмар говорить цілий ряд фактів. Найважливіший з них полягає в тому, що утворення зір спостерігається поблизу галактичної площини, де концентруються хмари найгустішого і холодного міжзоряного газу. Оскільки зоря, що зароджується (протозоря), має ще невисоку густину й температуру, то вона може випромінювати в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль. В областях зореутворення знаходять потужні джерела інфрачервоно­го випромінювання дуже ма­ленького кутового розміру. Ці джерела можуть бути зорями, що формуються або недавно сформувалися й оточені ще густим газопиловим середови­щем, з якого вони виникли.

Стискаючись, протозоря розігрівається, поки температу­ра в її надрах не підніметься до кількох мільйонів градусів. Тоді почнуться ядерні реакції з уча­стю легких елементів і виділен­ням енергії. Зміна яскравості молодих зір — ознака того, що вони ще не стали стійкими. На­грівання спричиняє реакцію пе­ретворення водню в гелій і зу­пиняє стискання. Тиск газу зсе­редини врівноважує тяжіння до центра. Зоря стає стійкою і біль­шу частину свого існування збе­рігає приблизно сталими розмір і світність (див. § 26). Саме такі зорі утворюють головну послідовність на діаграмі «ко­лір — світність». Зоря, маса якої така сама, як у Сонця, стисну­лась і з'явилась на головній послідовності приблизно за 10\* років. 3. Нейтральний водень і молекулярний газ. Багато відомостей про міжзоряний газ дають дослідження його радіовипроміню­вання. Водень у світлих туманностях іонізується і світиться, тільки коли поблизу є гарячі зорі. Але основна маса водню в Галактиці нейтральна. Нейтральний водень у космосі не світить­ся і невидимий. Однак він випромінює радіохвилю довжиною 0,21 м. За інтенсивністю випромінювання на цій довжині хвилі визначають масу й густину водню, а за тим, наскільки відрізня­ється фактична довжина цієї хвилі від 0,21 м, за ефектом Доплера знаходять швидкість водневої хмари. У наш час з'ясо­вано загальну картину розподілу водню в Галактиці (мал. 92). Він міститься переважно в тонкому шарі поблизу галактичної площини. Хмари водню можна спостерігати на відстанях, значно більших за ті, на яких можливо спостерігати в телескоп окремі зорі. Температура хмар нейтрального водню в середньому близько 100 К, а температура іонізованих світних хмар (туманностей) близько 10 000 К. У щільних газових хмарах атоми водню об'єд­нуються в молекули Н2- Загальна маса міжзоряного водню ста­новить кілька процентів загальної маси Галактики, а маса косміч­ного пилу ще в 100 раз менша. Густина нейтрального водню в площині Галактики становить у середньому близько 10~21 кг/м3.

У міжзоряному просторі, крім водню, є гелій, а також атоми й деякі найпростіші молекули інших хімічних елементів у кількості, малій порівняно з воднем і гелієм. Багато молекул виявлено радіометодами (за випромінюванням і поглинанням радіохвиль). Серед них — ОН, Н2О, СО, СО2, МН3 і деякі складніші молекули. 4. Магнітне поле, космічні промені й радіовипромінювання. У Галактиці існує загальне магнітне поле. Його лінії індукції здебільшого паралельні галактичній площині. Згинаючись, вони йдуть уздовж спіральних віток Галактики. Індукція магнітного поля Галактики близько 10~10 Тл, але в хмарах газу вона вища. Під час спалахів наднових зір, крім швидких атомних ядер (переважно протонів), з яких складаються космічні промені, викидається багато електронів із швидкостями, близькими до швидкості світла. Магнітне поле Галактики гальмує швидкі елек­трони, і це спричиняє нетеплове (синхротронне) радіовипроміню­вання в метрових і ще довших хвилях. Воно надходить до нас з усіх боків, та найсильніше радіовипромінювання приймається з ділянки Молочного Шляху. Це радіовипромінювання народ­жується в міжзоряному просторі поблизу площини нашої Галакти­ки, де густина космічних променів і індукція міжзоряного маг­нітного поля досягають найвищих значень.

Крім Молочного Шляху, в Галактиці є й інші джерела радіо­випромінювання. Одне з них, яке називається Стрілець А, зна­ходиться в центрі нашої Галактики.