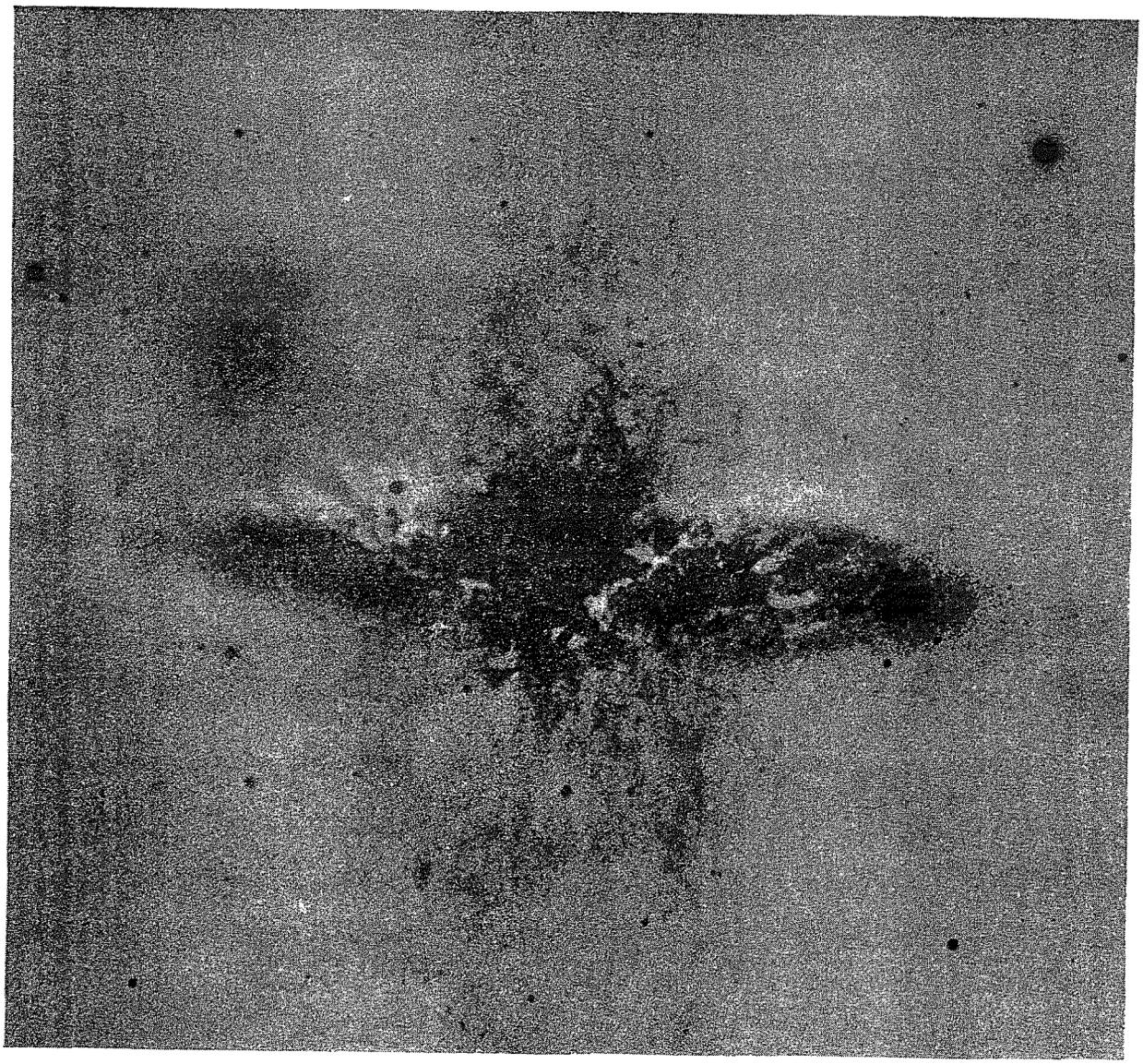
منابع تشعشعات کیهانی

ترجمه : حسین شمس‌دانشجوی سال چهارم الکترونیک

کدام عامل کیهانی این ذرات با چنین انرژی عجیبی رابوجود میآورد ؟ محاسبات نشان میدهد که قسمت اعظم امواج فضائی از کهکشان ما حاصل نمیگردد بلکه منابع این تشعشعات ،کهکشانهائی مافوق کهکشان ما میباشند .

حقیقت بارز تشعشعات کیهانی انرژی فوق‌العاده عظیم آنهاست .

تشعشعات مهم کیهانی ذراتی راکه از اطراف به آتمسفر زمین وارد میشوند با انرژی زیادی شارژ مینمایند بطوریکه انرژی این ذرات بین 10^{20} تا 10^{8} الکترون ولت



شکل ۱ــ کهکشان انفجاری M 82 : «این عکس بوسیله‌تلسکوپ ۲۰۰ اینچی بانورقرمزدرکوه پالومربتوسط Allan.R.Sandage تهیه شده است»

عکس فوق نتیجه‌انفجاربسیارعظیمی رانشان میدهدکه درمرکزیک کهکشان بوقوع پیوسته ،رشته های متلاطم هیدرژن تافاصله‌ ۱۴۰۰۰ سال نوری ازدایره‌کهکشان بطرف بالاوپائین پخش شده است . این نوع انفجارات که بعنوان انرژی کهکشان های صادرکننده ،امواج بیشماربیرون قادرند ذرات نسبی باانرژی فوق‌العاده زیادی تولیدکنند .

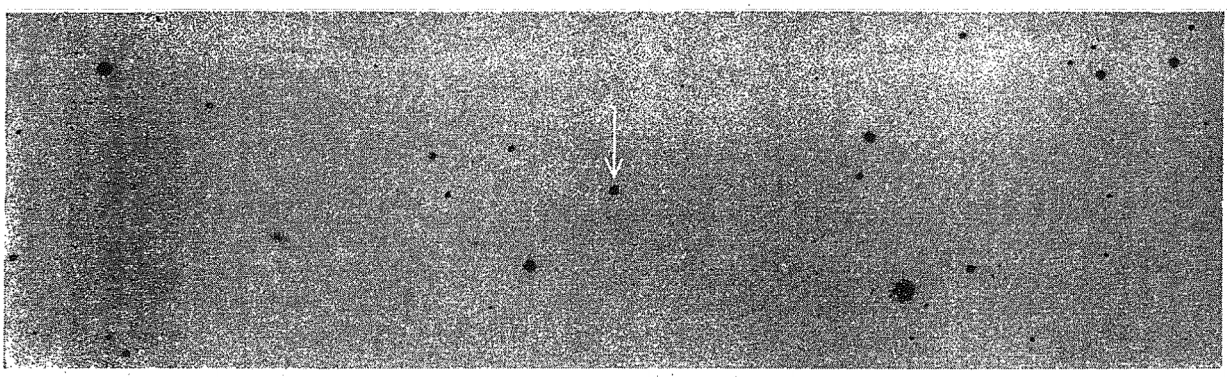
میباشد • در مقابل، نیرومندترین شتاب دهنده ایکه تا کنون بدست بشر ساخته شده قادر است حد اکثر تا حدود ۳×۱۰^{۱۰} الکترون ولت انرژی بذرات بدهد • هر نوع فرضی در بارهٔ منبع اصلی این امواج باید توأم با پیشنهاد یك مکانیسم کیهانی باشد، بطوریکه این مکانیسم قابلیت شتاب دادن به ذرات باردار را (که غالباً پروتونها هستند ولی گاهی هسته‌های سنگین نیز میباشند) تا حدود انرژیهای فوق العاده عظیم داشته باشد •

آنچه که امروزه مورد قبول عموم دانشمندان قرار گرفته، اینستکه مبداء این تشعشعات: یکی ستارگان Supernovae هستند* ودیگر ستارگان در حال انفجار (شکل ۱) میباشند• ازاین دو نوع ستاره اولی در داخل کهکشان ما قرار دارد و امواج با انرژی کمتری را ایجاد میکند در حالیکه مبداء امواج با انرژی فوق العاده بزرگ در خارج از کهکشان ما میباشد •

احتمالاً بیشتر امواج و شاید قسمت اعظم آنها بوسیله منابع تشعشع بسیار قوی فوق کهکشانیکه اخیراً کشف شده است ایجاد میگردد (شکل ۲)

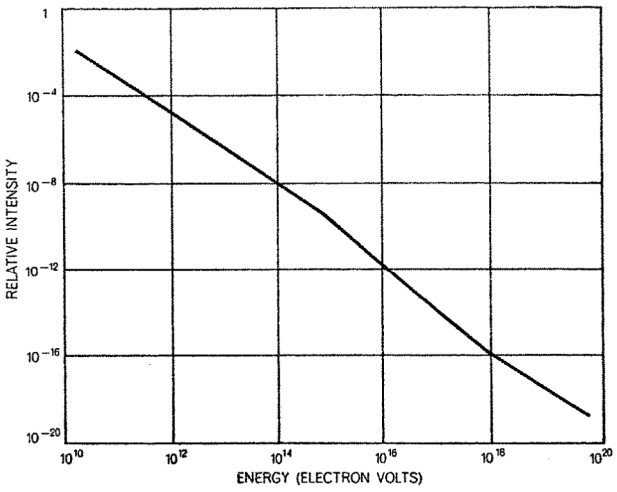
ابتدا چنین تصور میرفت که این تشعشعات از خورشید بوجود میآیند • نور خورشید باعث شتاب ذرات شده و سرعت آنها را بمقدار بسیار زیادی تند تر میکند • و هنگام تابش نور به آتمسفر زمین است که فلوی این امواج افزایش میابد • واضح است که در این موارد خورشید یك منبع تشعشعی بزرگی نیست زیرا اولاً :

باتوجه بشکل ۳ در منحنی طیف انرژی ذرّات تغییرات کوچك و متعددی وجود دارد، یعنی با افزایش انرژی، تعداد ذرّات بطور محسوس کم میگردد • بنابر این در ایجاد این تشعشعات مکانیسم های متعدد و متفاوتی دخالت دارند • ثانیاً : این تشعشعات تنها از جانب خورشید حاصل نمیگردد بلکه در جهات دیگر نیز وجود دارد



شکل ۲ــ منبع تشعشع Quasi-Stellar 3C 48 : «این عکس بوسیله تلسکوپ ۲۰۰ اینچی تهیه شده است»
شیئی که وسط عکس بوسیله فلش مشخص شده است منبع رادیوئی فوق میباشد • اگرچه در عکس مانند سایر اشیاء که ستارگان کهکشان ما هستند بنظر میرسد ولی این منبع کهکشانی در حدود ۴ بیلیون سال نوری از ما فاصله دارد و از تمام کهکشانهای معمولی روشن تر است و یکی از منابع پرقدرت امواج کیهانی است •

* این‌ها ستارگانی هستند که بطور ناگهانی و بسرعت نورشان رو بافزایش مینهد و در فاصلهٔ چند ماه یا چند سال مجدداً " تاریك وبهم میگردند• مترجم



شکل ۳ــ طیف انرژی امواج کیهانی : چون منحنی طیف انرژی امواج کیهانی دارای شیب متغیّرمیباشد بنابراین امواج مزبوربتوسط مکانیسم های متفاوتی تولید میشوند .

زمانی چنین استدلال میشدکه چون حرکت ذرات باردار در طول خطوط قوای مغناطیسی بصورت مارپیچ میباشد بنابراین وجود میدانهای مغناطیسی بین سیارات باعث توزیع یکنواخت ذرات در تمام جهات میگردد . ولی با توجه بانرژی ذرات این امواج ملاحظه میگردد که این میدانها حتی در مقابل کم انرژی ترین ذرات بسیار ضعیف میباشد و قادر بانحراف آنها نخواهند بود . خورشید نیز بقدری نزدیك است که اگر میخواست منبع این امواج باشد ناگزیر بود کلیهٔ تشعشعات خودرا در طیف امواج کیهانی تابش نماید، نه در طیف امواج مرئی . باین ترتیب اگر خورشید مولد قسمت اعظم این امواج نباشد بدون تردید ستارگان دیگری نظیر خورشید نیز منبع آن نخواهند بود . ولی امکان دارد که ستارگانی باشند با خواص کاملاً منحصر بفرد که بتوانند با ایجاد این امواج کمك کنند .

اکنون این سئوال پیش میآید که آیا در عالم هستی مکانی با شرایط مناسب وجود دارد که ذرات در آنجا بتوانند تا مرز انرژیهای فوق العاده عظیم شتاب گیرند ؟

۳۰ سال پیش هنگامیکه Supernovae کشف شد نظر Walter Baade و Fritz Zuicky این بود که این ستاره نتیجهٔ انفجاراتی است که قسمت اعظم جرم آن باطراف پراکنده شده است و بطوریکه تحقیق شده این انفجارات میتوانند منابع بسیار خوبی برای ایجاد امواج کیهانی باشند .

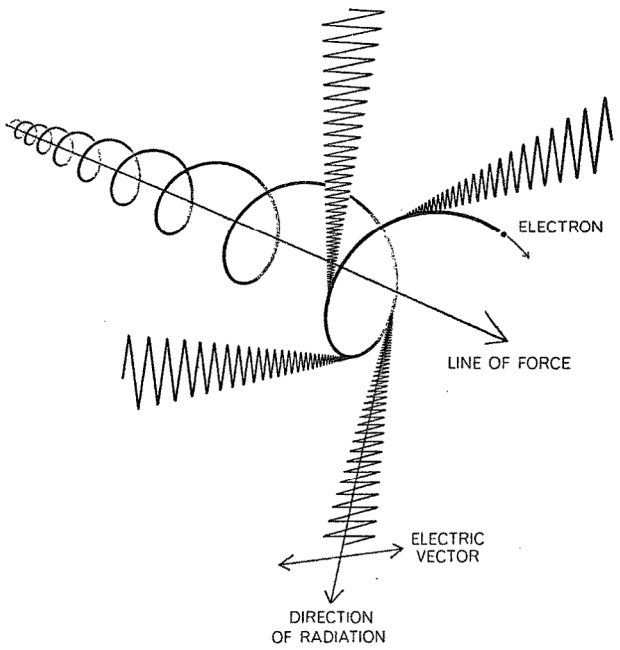
عده‌ای از کارشناسان خاطرنشان ساخته اند که در کهکشان ما ستارگانی دیگر وجود دارند که بطور ناگهانی تحریك میشوند و این ستارگان قادرند ذرات با انرژی بسیار زیاد تولید کنند و امواج الکترومغناطیسی که از آنها ساطع میگردد بسیار شدیدتر از امواجی است که بتوسط ستارگان Novae و همچنین منظومهٔ شمسی بدست میآید . طبق نظریه Enrico Fermi انرژی عجیب ذرات امواج کیهانی بعلت حادثهٔ انفجار یا حوادث نظیر آن نیست ، بلکه بدلیل تکرار شتابهای پی در پی است که بتوسط میدانهای مغناطیسی قوی ابرهای یونی روی ذرات اعمال میشود و این ابرها در فاصلهٔ بین ستارگان قرار دارند .

در فرضیاتی که ذکر شد فقدان دو مدرك بخوبی آشکار است. اولاً وجود فلوهای ذرات

میباشند بتوسط مکانیسم سنکرو تـــرون (Synchrotron) عمـــل مینماینـــد یعنی تشعشع موج بوسیله الکترونهـــای نسبی بطور مارپیچ در طول خطـــوط قوا ی مغناطیسی حرکت میکنند (شکل ٤) ٠

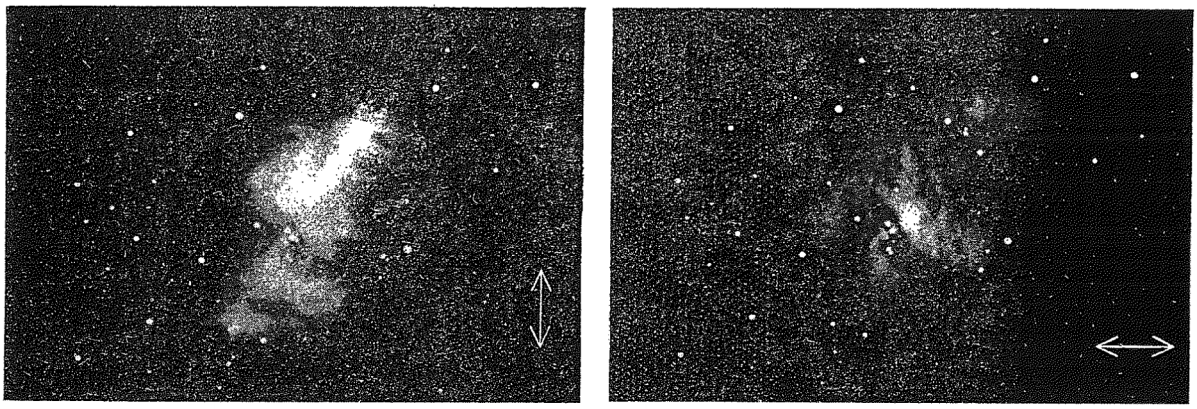
واضح است که در این منابع تشعشـــع وقتی الکترونها تاحدود سرعت نور شتـــاب میگیرند ذرات بار دار دیگر ازقبیل پرو تونها و هسته های سنگین نیز شتاب خواهند گرفت و بعلاوه طیف حاصل از الکترونهائیکـــه عهده دار تشعشع سنکرُترون میباشند کاملاً مشابه با طیف ذرات دیگر است ولی قبول اینکه منابع تشعشع ذخیره کننده های امـــواج کیهانی باشند مورد شك وتردید دانشمندان بـــود٠

در کهکشان مانیز منابع تشعشع غیر حرارتـی وجود دارند ، طبق تحقیقاتیکه بعمل آمده این منابع قسمت اعظم بقایای ستارگـــان Supernovae را تشـــکیل میدهنـــد ٠ مثلاً (شکل ٥) باقیماندهٔ ستاره‌ایست کـــه



شـکل ٤ــ تشعشع امواج بوسیلهٔ مکانیسم سنکروترون : دراین سیستم امواج بتوسط حرکت مارپیچ **الکترونها** در طول خطوط قوای مغناطیسی بوجود میآیند ٠طیف این امواج میتواند درقسمت مرئـی **ویارادیوئی** باشد ٠ طول موج تشعشع بستگی به سرعت ذرّات وشدت میدان مغناطیسی دارد ٠ موج حاصل کاملاً پلاریزه بوده وبُردارمیدان الکتریکی آن برامتداد خط قوهٔ مغناطیسی وامتـداد انتشاراموج عمود است ٠

نسبی است * درکلیهٔ اجرام سماوی بغیـــراز خورشید که دارای تحریکات ناگهانی هستند در هنگام وقوع این تحریکات فلوهای ذرات نســبی بوجود میآید٠ ثانیاً طبق تحقیقاتی که در ســال ١٩٥٠ بوسیلهٔ رادیونجومی بعمل آمد ثابت شد که اکثر منابع صادرکنندهٔ امواج که غیـــرحـــرارتی



شـکل ٥ــ منبع رادیوئی Carb Nebula : یکی ازقوی ترین منابع **رادیوئی** موجود درکهکشان ما است واین ازبقایای ستارهٔ Supernova میباشد که درسال A.D 1054 منفجرشده ٠ این عکس کـــه بوسیلهٔ نورپلاریزه برداشته شده نشان میدهد که این منبع بوسیلهٔ مکانیسم سنکروترون تشعشع میکند (فلشهای موجود درعکس جهت بُرد ارمیدان الکتریکی رامشخص میکنند) ٠

* ذرات نسبی ذراتی هستند که سرعتشان درحدود سرعت نوراست ونتیجتاً جرمشان درحالت حرکت آنها باجرمشان درحالت سکونشان متفاوت است ٠این ذرات نسبی اغلب الکترونها هستند که بآنها الکترونهـــای نسبی نیزگویند٠ مترجم

در سال ۱۰۵٤ منفجر شده وآنرا Crab Nebula نامیده‌اند. وجود چنین بقایا و صدور امواج کیهانی بتوسط مکانیسم سنکروترون نشان میدهند که ستارگان Supernovae ذرات نسبی را بداخل گازهای یونی که بین فواصل ستارگان قرار دارند تزریق میکنند

برای ارزیابی اهمیت تزریق این ذرات نسبی که بطور آماری سهم بزرگی در تشعشعات کیهانی دارد لازم است که اولاً مقدار متوسط فلوی ذرات حاصل از Supernovae تعیین گردد ثانیاً نسبتی که در آن چنین طغیانهائی بوقوع می پیوندد معلوم باشد. ولی هنوز حتی حدود تقریبی این مقادیرنیز نامعلوم است و فقط میتوان بر اساس مشاهده مقدار کل محتوی انرژی الکترونهائی راکه در بقایای Supernovae از قبیل Carb Nebula باقی میماند تعیین کرد، ولی اکنون ۹۰۰ سال بعد از حادثه انفجار این ستاره است و از این گذشته فقط میتوان اکتیویته الکترونها را بدست آورد در حالیکه در باره فلوی هسته ها و پروتونها هیچگونه اطلاعی در دست نیست. نظر باینکه شرط بوقوع پیوستن Supernovae محققاً" تابعی است از تعداد نسبی ستارگان درکهکشانهای مختلف که حدود تغییرات جرم ستارگان آنها (یعنی جرم کوچکترین ستاره تا بزرگترین ستاره) متفاوت است، بنابراین هر نوع ارزیابی که بر اساس کهکشانهای خارجی باشد تقریب خوبی نخواهد داشت. مقادیر تقریبی که بدست آمده هر صد، تا پانصد سال یکبار وقوع این ستاره را خبر میدهد.

بموجب این عدم اطمینان فعلاً" ارزشی نخواهد داشت که مسئله رااز نقطه نظر کهکشانهای خارجی مطالعه کنیم بنابراین در مسائل داخلی کهکشان بحث میکنیم. مقدار ذراتیکه باید بداخل کهکشان تزریق گردد تا در نتیجه دانسیته انرژی تشعشعات کیهانی در حدود یك الکترون ولت بر سانتیمتر مکعب (این دانسیته انرژی است که درقسمت بالای آتمسفر زمین اندازه گیری شده)تثبیت شود بستگی بتعداد تصادمات هسته‌ای دارد که ذرات گازهای بین‌ستارگان باهسته‌ها انجام میدهند و در نتیجه این تصادمات هسته‌ها ازهم پاشیده شده واز کهکشان خارج میشود.

در تصادمی که بین هسته ساکن و یك پروتون باانرژی خیلی زیاد و یا سایر ذرات صورت میگیرد ابری از ذرات ثانویّه تشکیل میشود. (اگر انرژی بقدر کافی زیاد باشد این‌ذرات ثانویه عبارت خواهند بود از مزونها و جفتهای (Nucleon-antinucleon)

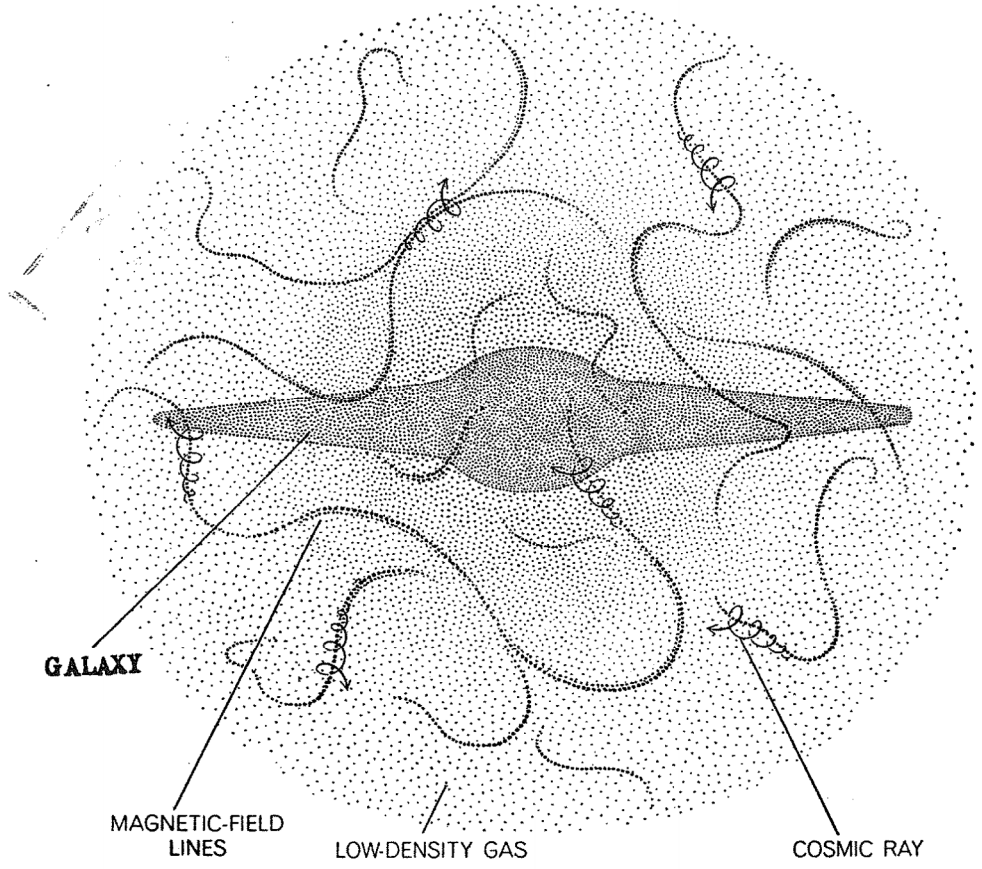
این ذرات بسیار ناپایدار بوده و از بین میروند ولی الکترونها، پوزیترونها، اشعه گاما نوترینوهاوانتی نوترینوها محصولات پایدار نهائی خواهند بود. چون تأثیر متقابل بین

نوترینوها و آنتی نوترینوها و ذرات دیگر بسیارکم است درنتیجه این ذرات ازکهکشان خارج میشوند، اشعه گامانیز با اینکه تأثیر متقابلش روی ذرات دیگر نسبت به نوترینوها بیشتر است معهذا از کهکشان بیرون میرود و تنها الکترونها و پوزیترونها باقی میمانند. انرژی الکترونها بوسیلهٔ تشعشع در اثر حرکت در میدان مغناطیسی بین ستارگان (سیستم سنکروترون) و تشعشع در اثر برخورد با سایر ذرات تلف میشود •

محاسبهٔ تلفات انرژی احتیاج بمفروضات زیادی دارد، ولی در عین حال مجهولات زیادی را برای ماروشن میکند • مثلاً تاریخ زندگی یك ذره مربوط باموج کیهانی، دانسیته گازیکه قسمت اعظم زندگی این ذره در آن صرف میشود و همچنین وضع ساختمانی و توزیع میدانهای مغناطیسی موجود در اطراف کهکشان میباشد •

اما حقیقتاً ساختمان این میدانها چگونه است و چطور میتوانند تشعشعات را حبس و محدود نمایند ؟

در حدود ۱۰ سال قبل John Baldwin از دانشگاه کمبریج براثرمشاهده همهمه‌ایکه در زمینه امواج موجود درکهکشان ما است نتیجه گرفت که‌این امواج ازمحوطهٔ کهکشان مزبورنبوده بلکه ازناحیهٔ دیگری گسترش‌مییابند وتقریباًگروی



شکل ٦ ــ هاله : هاله عبارتست ازقسمتی ازفضاکه تقریباً کروی شکل‌است ومحتوی گازبادانسیته‌کم ومیدان مغناطیسی ضعیف میباشد • تصور میرودکه بعضی ازکهکشانهامانندکهکشان ما بوسیله‌این هاله احاطه شده باشند • هاله مانندیك بطری مغناطیسی قابل تشدعمل نموده وامواج کیهانی رادرداخل فضای خود محبوس میکند •

شکل بوده بنام هالهٔ کهکشانی ویا Corona خوانده میشوند ونظر باینکه صدورامواج بوسیله مکانیسم سنکروترون میباشد بنابراین کلیه نقاط هاله باید دارای میدان مغناطیسی ضعیف و الکترونهائی باانرژی فوق العاده زیاد وسایر ذرات کهاحتمالا" درامواج کیهانی موجود نباشد مدتی بعد R.Hanbury Brown و Cyril Hazard محققین مرکزتحقیقاتی رادیو دانشگاه منچستر که روی Great Nebula مطالعه میکردند توزیع گستردهای ازصدورامواج رادیوئی رادرجوار این ستاره کشف کردند ۰ (شکل ٦)

درهمین زمان منجمین رادیوئی دراسترالیاودرمرکز تحقیقاتی Green Bank, W.Va باکشف کهکشانهای مارپیچی درنزدیکی ستارهٔ فوق نتیجه گرفتند زمان ناپیدائی هاله بمراتب بیشتراززمان حضورش میباشد وضمناً دراکثر حالات تشعشع هاله کاملاً بطرف ناحیهٔ مسطحی محدود میشود که دروسط این ناحیه یکبرآمدگی محدبی وجود دارد وکلیهٔ ستارگان این ناحیه در حال گسترش اند :

نتایج آزمایشات متعددیکه روی امواج کیهانی انجام شد نشان دادکه برخلاف تصورعموم هاله نمیتواندکمك مؤثری باین امواج بنماید بطوریکه برخی ازمنجمین معتقد شدندکه میتوان هرگونه مشاهد فضائی رابدون درنظرگرفتن هالهنیز تشریح نمود ۰

ازنظرتئوری نمیتوان علت پایداری Corona یاهاله راباچنین میدانهای مغناطیسی کمبار وضعیت ودانسیته کم گازبرای مدت طولانی درحدود عمریك کهکشان (تقریبا ده بلیون سال) توصیف نمود زیراگازیکه دربالای صفحه دوران کهکشان قرارمیگیرد باید سرعتش با سرعت دورانی آن کهکشان قابل مقایسه باشد یعنی درحدود 200 $^{Km}/_{Sec}$ وهمچنین حرکت تلاطمی خودگاز حرارتهائی نزدیك بیك میلیون درجه سانتیگراد تولید میکند ۰

باتوجه باین دوموضوع مقدارانرژی تلف شده بحدیست که یك هاله درمدت زمانی بسیارکمتر ازعمرکهکشان ازبین میرود ۰

سه سال قبل Fred Hoyle تصورمیکرد هاله یك پدیده ناپایداریست که طول عمرآن حدود چند ده یاچند صد ملیون سال بیشترنیست و علت بوجود آمدنش نیزانفجارهای مرکزکهکشان است ۰ دراینصورت انفجارات اخیرنظیر همان انفجاراتی است که ظاهراً عهد مدارصدورامواج ازکهکشانهای روشن وبیضوی است ۰ ولی ممکن است بامقیاس خیلی کوچکتراز آن باشد (شکل ۱) گازهای متحرك درحال خروج که درکهکشان ما دیده میشوند نتیجهٔ یك حادثه مهیب مانند انفجارات فوق میباشند ۰

اگرمنشاء هالههای کهکشانی این نوع حوادث باشند میتوان آنهارامانند بطری مغناطیسی تصور نمودکه امواج رابدام انداخته ودرخود نگاه میدارد ۰

براساس محاسباتیکه منجمین روسی باسامی V.L. Ginznurg , S.I.Syrovatsky انجام دادماند نتیجه اینطوربدست میآید درصورتیکه این هاله کاملاً قابل نفوذ باشد

انرژی امواج و رودی آن درحدود 10^{39} تا 10^{40} ارگ برثانیه است واگروقوع ستاره هرصد سال یکبارباشد بطورمتوسط $3\times10^{40}\times10^{9}$ ویا 3×10^{49} ارگ پروتون‌تزریق‌خواهد نمود. ولی باتوجه بمشاهدات نمیتوان تصورکرد که‌این بیان مقرون بدلیل است یانه.

قبلاً گفته‌احتمال‌وجود انفجاریرادرچنده میلیون سال‌پیش درمرکزکهکشان‌ذکرکرده بودند توجه باین‌مسئله نداشتند که چنین‌طغیانهائی‌منبع فوق‌العاده قوی امواج کیهانی‌هستندواین حادثه باعث ایجاد شرایطی میگردد که‌درتحت آن امواج کیهانی‌بوجود میآیند.

کمی بعد Syrovatsky و Ginzburg ملاحظه کردند که انفجارات داخل‌کهکشان مامیتوانند تزریق‌کنند هسته‌ای‌بسیارپرقدرت امواج باشند. واهمیت آنهادراین‌مورد نیزازستارگان Supernovae کمتر نیست.

برای پی بردن باهمیت این موضوع میبایست کاراکتریستیکس‌یك عمل انفجاررادرداخل یك کهکشان مارپیچی تعیین نمود ودرحال‌حاضر اطلاعات مابرای بررسی این نوع مسائل‌بسیار ناچیزاست.

اکنون توجه خود رابسوی منابع احتمالی‌خارج ازکهکشان خود معطوف میکنیم، بحث دربارهٔ حوادث بسیارشدید ومهیب بمقیاس‌کهکشانی مارابرآن میداردکه نحوهٔعمل منابع فوق‌العاده قوی صدورامواج کیهانی رامورد بررسی قراردهیم. مراکزشناخته شده که دارای بزرگترین مقادیر انرژی بصورت ذرات نسبی‌هستند منابع تشعشع قوی فوق کهکشانی میباشند.

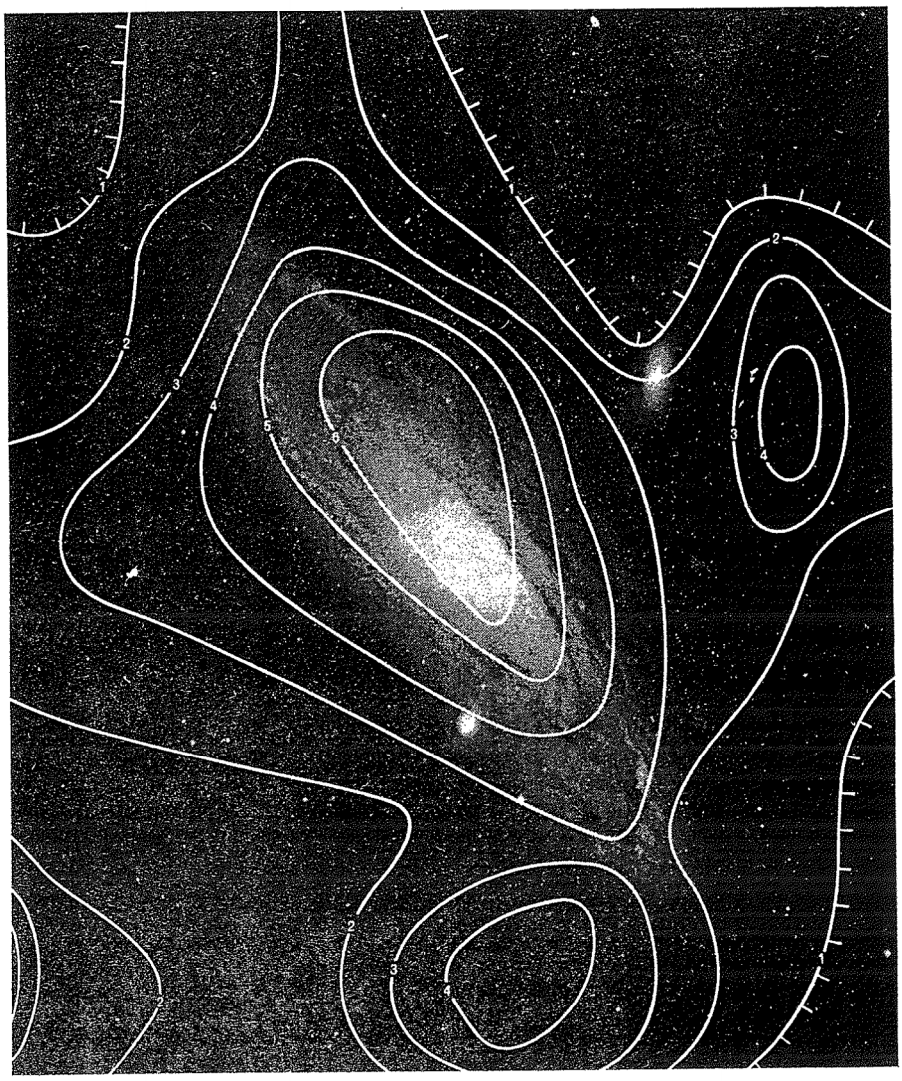
استفاده‌ازتئوری سنکروترون محاسبه فلوی الکترونهارا ساده مینماید. انرژی این فلوها درحدود 10^{59} ارگ بوده وبرای منابع قویتر بزرگتراست. مجموع انرژی محتوی درامواج این کهکشان (بافرض‌اینکه دانسیتهٔ انرژی در داخل کهکشان ماودرهاله برابریك الکترون ولت درهرسانتیمترمکعب باشد) درحدود 10^{56} ارگ است بنابراین انرژی محتوی دربعضی ازمنابع تشعشع چندین برابربزرگترخواهد شد. درباره چگونگی قسمت اعظم انرژی‌محتوی‌در امواج که بصورت فلوهای‌پپروتون‌وفلوهای‌هسته سنگین میباشندمنابع تشعشع مستقیماً هیچگونه مدرکی‌بمانمیدهندولی مکانیسم تولیدفلوهای ذرات نسبی‌نشان میدهدکه‌این انرژیهای‌بزرگ بیشتردرفلوهای پروتونهاقادرند مجتمع گردند نه درفلوهای الکترونها.

محاسبات نشان‌میدهندامواجیکه‌ازقویترین‌منابع حاصل‌میگردند بیشترآنهادارای پروتونهای فلودار بوده وانرژی محتویشان درحدود 10^{61} ارگ یابیشتراست.

درحال‌حاضربرای‌فهم‌مکانیزمی‌که چنین‌فلوهای عجیب ذرات رابوجود میآوردکنجکاوی وعلاقمندی زیادی وجود دارد.

تحقیقات لابراتوار بل (بتوسط R.W.Wilson , Arno.A.Penzias)

وهمچنین تحقیقات دانشگاه پرینستون وجود این فلوهارا ثابت‌کرده است واظهارنظرشده که احتمالاً بقایای انفجاربسیارعظیمی هستند و



شکل ۷ــ منبع رادیوئی Great-Nebula M 13 ؛ این عکس توسط تلسکوپ ۴۸ اینچی پالومارتهیه شده ۰ خطوط مشخص کننده شدت نسبی انرژی درنقاط مختلف بتوسط دانشگاه ایالت اوهایوترسیم شده ۰ امواج این منبع بافرکانس 1415^{Mc} پخش میشود ۰

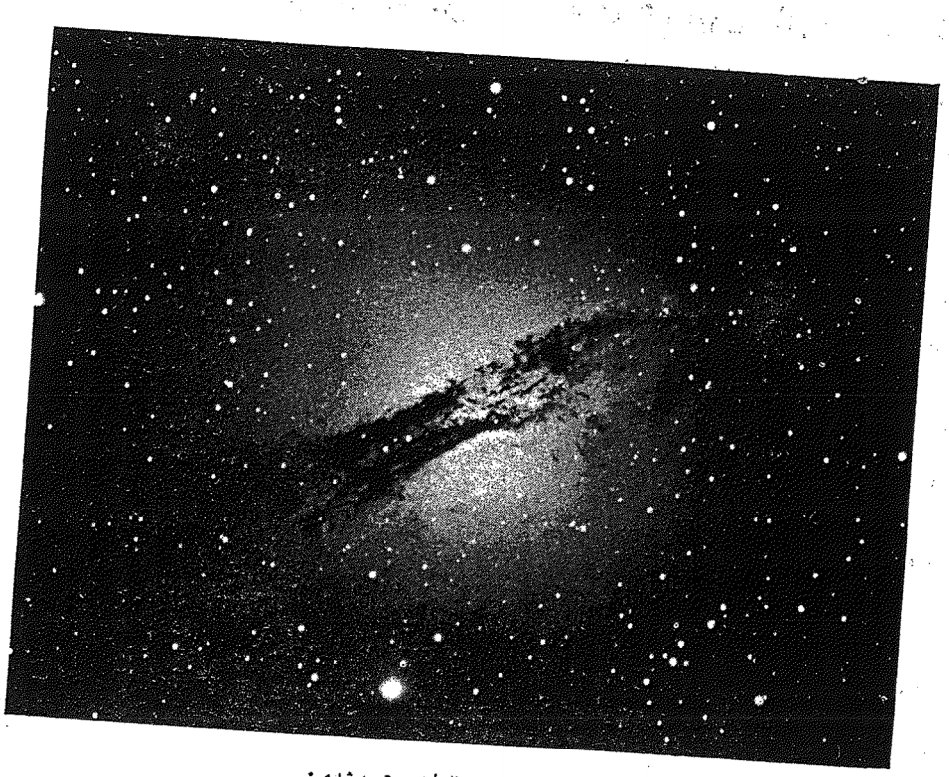
درنتیجه دانسیته انرژی الکترونها در بین کهکشانها خیلی کمتر ازانرژی منبع تشعشع اصلی و همچنین فضای داخلی کهکشان ما است ۰

یك نمونه ازاین منابع که نسبتاً به کهکشان ما نزدیك است بنام Centaurus.A میباشد (شکل ۸) این منبع رادیوئی بایك کهکشان مشترك است ۰ وسعت این منبع عظیم درحدود ۲ میلیون سال نوری است وفاصله اش از کهکشان ما در حدود ۱۲ میلیون سال نوریست دراین حالت خاص احتمال داردکه قسمتی ازفلوهای ذرات ایجاد شده توسط این منبع سرانجام بمابرسد ۰

اگربتوانیم اطلاعاتی ازقبیل عمرمتوسط یك منبع رادیوئی وتعداد دفعاتیکه چنین منابع دربین تمام مجموعه کهکشانهابوقوع میپیوندند بدست آوریم دراین صورت میتوان دانسیتهٔ انرژی تشعشعات کیهانیرا دربین کهکشانها محاسبه کرد ۰

تقریباً چهارسال قبل درباره منابع رادیوئی درمبداء جهان بوقوع پیوسته اند ۰ این فلوها بقدری پرقدرت هستندکه حتی قسمت اعظم الکترونهای بین کهکشانهاراکه بصورت امواج کیهانی میباشند ازبین برده وطبق مکانیزم معکوس کمپتون آنهارابه اشعه ایکس و گاما تبدیل میکنند ۰

(شرح ومکانیسم فوق توسط J.Felten ازدانشگاه کالیفرنیاو P.Morrison ازدانشگاه M.I.T. انجام شده است ۰)



شکل ۸ ــ منبع رادیوئی Centaurus A : این عکس توسط تلسکوپ ۲۰۰ اینچی تهیه شده • منبع تشعشع فوق بایك کهکشان غیرعادی NGC 5128 مشترك میباشد • قسمتهای تاریك شده درعکس ابرهای منجمد شده هستند • انرژی که بصورت امواج رادیوئی ازاین منبع حاصل میشود چندین برابربزرگتر ازانرژی نورانی است که ازکهکشان های روشن بدست میآید •

موجود درمجموعه کهکشانهائیکه دراطراف ما قرار دارند محاسباتی انجام شد ، البته تقریبهای زیادی بکار رفت ، چه مقدار انرژی نامعلوم است و عمر متوسط یك منبع رادیوئی رابا تقریب زیاد میتوان در حدود یك میلیون سال درنظرگرفت نتایج بدست آمده از تحقیقات این بود که در حال حاضر قوی ترین منابع تشعشع موجود در این گروه کهکشانها که تعدادشان ٦ است ذراتی با انرژی 10^{60} ارگ صادر میکنند. دلائلی وجود دارد که نشان میدهد این ذرات همان پروتونها هستند •

فرض کنید که نسبت بوجود آمدن منابع رادیوئی درطی یك پریود جهانی ثابت بماند البته این پریود را درحدود 2×10^{10} سال درنظرگرفته عمر متوسط منبع رایك میلیون سال میانگاریم در این صورت طی یك پریود 2×10^{4} منبع مولد تشکیل خواهد شد وانرژی کل ذرات صادره ازاین منبع درحدود 2×10^{64} ارگ خواهد بود •

اگرچه این منابع بعلت خواص تشعشعی خود باید انرژی رابصورت پیوسته صادر کنند ولی چون انرژی این ذرات درمقابل انرژی کل خروجی کسرفوق العاده کوچکی میباشد بنابراین میتوان فرض نمود که خروج انرژی بصورت پیوسته است بافرض اینکه این انرژی درتمام فضای کهکشانهای فوق بطوریکنواخت پخش شده باشد دراینصورت دانسیتهٔ انرژی امواج دراین فضا درحدود یك الکترون ولت درهرسانتیمترمکعب میباشد •

البته این عدد چندان قابل اطمینان نیست (ممکن است چند برابربیشتریاکمترباشد) ولی برای مطالعهٔ مقدارمؤثرمنابع تشعشع خارج

روی دانسیتهٔ انرژی امواج کیهانی در داخل کهکشان ما باندازه کافی بواقعیت نزدیك است دربررسی فرض کرده ایم که انرژی در تمام فضای کهکشانهای اطراف کهکشان ما بطور همـــوژن پخش شده باشد ولی حقیقتاً بعد از چه مـــدت تمام این نواحی بوسیلهٔ این ذرات بطوریکنواخت اشغال خواهند شـــد ؟

قطر ناحیهٔ فوق در حدود ۵۰ میلیون سال نوریست اگر این ذرات که سرعتشان نزدیك بسرعت نـــور است روی خط مستقیم حرکت کنند در این صورت زمان پخش آنها ۵۰ میلیون سال بطول خواهد انجامید ۰ ولذا باید انتظار داشت که مدت زمان پخش یکنواخت این ذرات خیلی کوتاهتر از زمان بوجود آمدن آنها ست ۰

ولی نظر باینکه فضای بین کهکشانها احتـــمالاً دارای گاز با دانسیته کم ومیدانهای مغناطیسی هستند بنابراین ذرات مزبور بوسیله این میدانها هدایت میشوند ۰ گازهای مزبور بصورت ابـــر میباشند واین ابرها بقدری بزرگ هستند کـــه هنگام حرکت های ناگهانی کهکشانها ابرهای فوق نیز بحرکت درمیآیند سرعت حرکت هـــای ناگهانی در حدود 1000 Km / Sec است ۰ میدان های مغناطیسی ابرها نیز با همان سرعت حرکت خواهند کرد ۰ ذراتی که از منبع تشعشع خارج میشوند بجای اینکه بخط مستقیم حـــرکت کنند هنگام عبور از یك ابر با بردیگر بکلی منحـــرف شده وروی یك مسیر منحنی حرکت خواهند کرد ودر نتیجه زمان پخش آنها بداخل فضای مورد نظر بجای ۵ میلیون سال حتی به بلیونها سال نیز میرسد. کل زمانیکه یك ذره سرتا سر فضای بیـن این گروه کهکشانها را میپیماید بستگی بســـرعتی دارد که خود این سرعت کاراکتـــریستیکس سرعت های ناگهانی کهکشانهاست ۰ (٦)

باتوجه بمطالب فوق امکان دارد که هنوز ذرات نتوانسته باشند بتمام قسمت های فضای مزبور پخش شوند (اگر این فضا ۱۰ تا ۲۰ بلیون سال پیش درست شده باشد) واگر هم پخش شـــده باشند مدت زیادی از پخش آنها نگذشته است ۰

از طرف دیگر اگر مکانیزم عمل مطابق فوق باشـــد در این صورت فشار اعمال شده توسط فلوهـــای ذرات قابل ملاحظه میگردد ۰ اگر دانســـیتهٔ گاز در فضای کهکشانها خیلی کم باشد (در حدود یك اتم در هر 10^4 تا 10^5 سانتیمتر مکعب) در این صورت فشار ایجاد شده در اثر ورود امواج خیلی بزرگتر از فشاریست که در اثر وجود گاز یـــا در اثر وجود میدانهای مغناطیسی اعمال میشود، یعنی ورود این تشعشعات بفضای کهکشانها باعث میگردد که فشار آن بمقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد وهرچه امواج بیشتر وارد شـــوند درجهٔ فشار نیز بالا میرود ودر نتیجه سرعت پخش یکنواخت ذرات در تمام فضای کهکشانها زیادتر میگردد وحتی زمانی میرسد که ذرات از طرف دیگر این فضا خارج میشوند ۰ اگر حدی برای زمـــان وجود نداشته باشد پس از ده ها بلیون ســـال ذراتی که وارد کهکشان شده بودند بعلت پر شدن فضای کهکشانها از آن خارج شده وشروع

میکنند به پرکردن فضای بین کهکشانها و فقط در تحت این شرایط است که میتوانیم فرض کنیم تشعشعات بین کهکشانی نیز وجود دارند .

بعد از این تحقیقات در سال ۱۹۶۳ منابع رادیوئی دیگری بنام Quasi-Stellar یا Quassar کشف شد که احتمالا وجود این منابع نیز روی فلوی امواج تاثیر دارد ولی درجه این تاثیر بستگی به زیاد بودن تعداد شان نسبت بتعداد کهکشانهای رادیوئی دارد .

براساس آمار خیلی ضعیف Quassar بعنوان سازنده منابع تشعشع قابل تشخیص شناخته شده اند . مجموع انرژی که این منابع با امواج میافزایند نتایج تحقیقات را بمقدار قابل ملاحظه افزایش نمی دهد . ولی اگر تعداد کثیری از این اجرام نوع Quasi-Stellar وجود داشته باشد و ظهور هریك از آنها نتیجه حوادث انفجاری باشد در این صورت تاثیرشان بسیار زیادتر خواهد بود .

گرچه منشاء فوق کهکشانی امواج با انرژی بسیار زیاد مورد تائید عموم قرار گرفته است ولی اغلب منجمین فیزیکدان هنوز معتقدند که منشاء این امواج ممکن است همان ستارگان Supernovae باشند . نظر بمقدار تولید امواج کیهانی در خارج از کهکشان ما این ذرات باید در سایر نقاط جهان نیز وجود داشته باشند . ولی میتوان اعتراض کرد که دانسیته انرژی کلی این ذرات نمی تواند بحساب آید و با یك حساب ساده میتوان نشان داد که فقط از نقطه نظر مقایسه دانسیته انرژی این امواج کیهانی با دانسیته جرم ـ انرژی (با استفاده از رابطه انشتین) در فضای بین کهکشانها مهم میباشد . فرض کنید که دانسیته متوسط جرم در جهان 10^{-5} اتم و یا 10^{-29} گرم در هر سانتیمتر مکعب باشد و چون $c^2 = 10^{21}$ (مجذور سرعت نور) است بنابراین دانسیته جرم ـ انرژی $MC^2 = 10^{-8}$ ارگ و یا در حدود 10,000 الکترون ولت در هر سانتیمتر مکعب خواهد بود .

از طرفی طبق محاسبات قبل دانسیته انرژی امواج وقتیکه در تمام فضا بطور یکنواخت پخش شوند یك الکترون ولت در هر سانتیمتر مکعب میباشد با مقایسه اینها و ملاحظه میگردد که دانسیته انرژی با مقایسه اینها و ملاحظه میگردد که دانسیته انرژی امواج در مقابل دانسیته جرم ـ انرژی قابل صرفنظر کردن است .

اشکال مهم تر مسئله منابع انرژی ها است اگر این انرژی ها طبق مکانیزم Fusion * از تبدیل هیدروژن به هلیوم حاصل گردد تا کنون باید تمام هیدروژنهای جهان تبدیل به هلیوم شده باشد .

محاسبه این انرژی عظیم در منابع Quassar و سایر صادر کننده های قوی امواج بقدری مشکل است که ناگزیر مکانیزم های دیگری غیر از عمل Fusion پیشنهاد شده است سیستم دیگر تولید انرژی بوسیله مکانیسم اضمحلال جاذبه ای است یعنی مقدار زیادی از جرم بعضی ستارگان در شرایط خاصی تبدیل بانرژی میگردد .

* مترجم جمله ترجمه از عمل سه هیدروژن هسته های اتمی برای تشکیل هسته سنگین تر و تولید مقدار فوق العاده

میتوان گفت وقتی یك ستاره Supermassive کمسوختن هسته‌ای خود را خارج ساخته است بازاء شعاع بحرانی معینی در تحت تاثیر جرم خود شنابود شود قسمت اعظم جرم این ستاره بانرژی مبدل میگردد .

در هرحال ما هنوز نمیتوانیم کهکشانهای خارجی چه نقش بزرگی در ایجاد انفجارات دارند .

انفجاراتی که خود مولد عظیم ذرات نسبی هستند ولی مسلم است که این کهکشانها منابع تشعشع حکمفرمای جهان میباشند .اگر این مسائل پذیرفته بود میتوان خاطرنشان ساخت که این تشعشعات نشاندهنده مواد موجود در این کهکشانها هستند . مواد یکه مدتها بشر در جستجوی آنها است .