دستور زندگانی با پندنامه حافظ

هرکس برای وصول به سعادت می‌کوشد . اغلب حیران و سرگردانند و بعضی خودسرانه راهی گزینند و پیش روند و پس از زیان بسیار دریابند که گمراه گشته ، راه رفته را بازگردند و از سوی دیگر روند . کتب بسیاری در اروپا و آمریکا در جستجوی خوشبختی و نشان دادن راه سعادت و وصول به نیکبختی نگاشته‌اند. فلاسفه ، روانشناسان ، پزشکان ، زاهدان و عرفا هر یک طریقی را نشان داده‌اند.

در این اواخر کتبی چند اراین نوع به پارسی ترجمه شده و همه آن‌ها سودمند و قابل استفادت است .اینک سرّ موفقیّت ، راه کامیابی و رمز سعادت را از زبان خواجهٔ لسان‌الغیب بشنوید و بدان بگروید تا سعادتمند شوید. این راهی است که: او خود رفته و به سر منزل رسیده است.

سعادت – سعادت چیست ؟ اگر سعادتی است از "خاطر مجموع "

و«خوشدلی» و آن در صورت‌های ذیل متجلّی است :

رندی : نیست در بازار عالم خوشدلی ور زاتکه هست

شیوه رندی و خوشباشی عیّاران خوش است

سبکباری : از زبان سوسن آزاده‌ام آمد بگوش

کاندرین دیر کهن ، حال سبکباران خوش است

جمعیت خاطر : ز فکر تفرقه باز آی تا شوی مجموع

به حکم آن‌که چو شد اهرمن سروش آمد

همسر نازنین و جمعیت خاطر داشتن عین سعادت است :

هر آن‌که خاطر مجموع و یار نازنین دارد

سعادت همره او گشت و دولت هم قرین دارد

وصول بدین سعادت ، یعنی « جمعیت خاطر و خوشدلی» مستلزم انجام شرایط زیرین است :

باید دانست که آمال و آرزوها همچون سراب فریبنده‌اند :

بیا که قصر امل سخت سست بنیاد است

بیار باده که بنیاد چرخ بر باد است

بالنتیجه باید علاقه را از مادیّات برید نه آن‌که نخواست :

غلام همّت آنم که در زیر چرخ کبود

ز هرچه رنگ تعلق پذیرد آزاد است

پس آنگه باید نظر را ازعالم طبیعت فراتر گرفت و به عالم بالا متوجّه بود :

چه گویمت که به میخانه دوش مست و خراب

سروش عالم غیبم چه مژده ها دادست

«که ای بلند نظر شاهباز سدره نشنین

نشیمن تو نه این گنج محنت آباد است »

« ترا ز کنگره عرش می‌زنند صفیر

ندانمت در ین دام‌گه چه افتادست»

باید پی برد که در امور جهان، مجال گفتگو نیست :

دانا چو دید بازی این چرخ حقه‌باز

هنگامه باز چید و در گفتگو ببست

امور را به خدا باید حوالت کرد :

تو با خدای خود انداز کار و دل خوش‌دار

که رحم اگر نکند مدعی خدا بکند

به جان دوست که غم پردهٔ شما ندرد

گر اعتماد به الطاف کارساز کنید

همه افراد بشر از آسمان و زمین ، مهر و ماه ، هوا و آب به یک اندازه استفادت کنند پس همه باید که خوشدل باشند :

گدا چرا نزند لاف سلطنت امروز؟

که خیمه سایه ابر است و بزمگه لب کشت

و از همه بهره بَرَند :

می‌کشیم از قدح لاله شرابی موهوم

چشم بد دور که بی مطرب و می مدهوشیم

باید یقین کرد که در این جهان نوش و نیش ، دارو و زهر ، شادی و غم توأمانند

در این چمن گل بی خار کس نچید آری

چراغ مصطفوی با شرار بولهبیست

حافظ از باد خزان در چمن دهر مرنج

فکر معقول بفرما ، گل بی‌خار کجاست ؟

بی‌خار گل نباشد و بی نیش نوش هم

تدبیر چیست ؟ وضع جهان این چنین فتاد

در آن هم حکمتی است زیرا تا نیش نباشد نوش را اثر نبود تا هجر نباشد وصل ظاهر نگردد :

از دست غیب تو شکایت نمی‌کنم

تا نیست غیبتی ندهد لذّتی حضور

حافظ شکایت از غم هجران چه می‌کنی ؟

در هجر وصل باشد و در ظلمتست نور

پس از رنج راحت را لذتی خاص است :

خار ارچه جان بکاهد ، گل عذر آن بخواهد

سهل است تلخی مَی در جنب ذوق مستی

بنا بر این اگر تحمل خار نکنید به گل هم نخواهید رسید :

ترسم کزین چمن نبری آستین گل

کز گلشنش تحمل خاری نمی‌کنی

در این صورت کارها را باید آسان گرفت :

گفت « آسان گیر» بر خود کارها کز روی طبع

سخت می‌گیرد جهان بر مردمان سخت گوش

در نتیجه غم نشاید خوردن :

غم جهان مخور و پند من مبر از یاد

که این لطیفه نغزم ز رهروی یاد است

گوش کن پند ای پسر از بهره دنیا غم مخور

گفتمت چون دُر حدیثی تا توانی داشت گوش

پیوند عمر بسته به موئی است هوش‌دار

غم‌خوار خویش باش ، غم روزگار چیست

برای مال و منال و سود و زیان شاد و اندوهگین نباید بود:

به هست و نیست مرنجان ضمیر و خوش می‌باش

که نیستی است سر انجام هر کمال که هست

غم امریست نسبی و اضافی ، هر بدی را بتری است :

روزی اگر غمی رسدت سنگدل مباش
رو شکر کن که مباد از بد بتر شود
از اندوه گذشته نباید یاد کرد :
عشق‌بازی را تحمل باید ای دل پای‌دار
گر ملالی بود ، بود و گر خطائی رفت ، رفت
از دیگران مرنجید :
در طریقت ، رنجش خاطر نباشد مَی بیار
هر کدروت را که بینی چون صفائی رفت ، رفت
باید عشق ورزید :
عاشق شو ار نه روزی کار جهان سرآید
ناخوانده نقش مقصود از کارگاه هستی
همه طفیلی عشقند :
طفیل هستی عشقند آدمی و پری
ارادتی بنما تا سعادتی ببری
تنها عشق پایدار می‌ماند :
عرضه کردم دو جهان بر دل کار افتاده
بجز از عشق تو ، باقی همه فانی دانست
در این مرحله از ذرّه نباید کم بود :
کمتر از ذرّه نه‌ای پست مشو مهر بورز
تا به خلوت‌گه خورشید رسی چرخ‌زنان
باید هنرمند شد :
قلندران طریقت به نیم جو نخرند
قبای اطس هر کس که از هنر عاری است
هنر خود آشکار گردد :
حافظ تو ختم کن که هنر خود عیان شود
با مدّعی نزاع و محاکا چه حاجت است
روزها را صرف هنر باید کرد نه تفریح خاطر :
روز در کسب هنر گوش که مَی خوردن روز
دل چون آینه در زنگ ضلام اندازد
معرفت خود هنر است بیاموز :
گوهر معرفت اندوز که با خود ببری
که نصیب دگران است نصاب زر و سیم
در این راه کوشش و اطاعت استاد لازم است :
سعی ناکرده در این راه به جائی نرسی
مزد اگر می‌طلبی طاعت استاد ببر
دوستی را پاسدار باید شد :
نخست باید دوست داشت:
دریغ و درد که تا این زمان ندانستم
که کیمیای سعادت رفیق بود رفیق
درخت دوستی بنشان که کام دل ببار آرد
نهال دشمنی بر کن که رنج بی‌شمار آرد
منتها با بدان نباید آمیزش کرد :
بیاموزمت کیمیای سعات
ز هم‌صحبت بد، جدائی جدائی
نازنینی چو تو پاکیزه‌دل و پاک نهاد
بهتر آن است که با مردم بد ننشینی
در برابر دوستان باید به عهد وفا کرد و از سخنان درشت پرهیز جست :
خواهی که سخت و سست جهان بر تو بگذرد
بگذر ز عهد سست و سخن‌های سخت خویش
وفای عهد نکو باشد ار بیاموزی
وگرنه هر که تو بینی ستمگری داند
همه جا با دوست باید بود:
اگر رفیق شفیقی درست پیمان باش
رفیق حجره و گرمابه و گلستان ، باش
یار را به دنیا نباید فروخت :
یار مفروش به دنیا که بسی سود نکرد
آن‌که یوسف به زر ناسره بفروخته بود
اگر از دوستان ناسزائی شنیدید در گذرید :
از سخن‌چینان ملالتها پدید آید ولی
چون میان همنشینان ناسزائی رفت رفت
هیچگاه از همنشینان ملول نشوید :
ملول از همرهان بودن طریق کاردانی نیست
بکش دشواری منزل به یاد عهد آسانی
صفا و سلم به از خصومت و جنگ است :
یک حرف صوفیانه بگویم اجازت است؟
ای نور دیده صلح به از جنگ و داوری
بالنتیجه سعادت را می‌توانیم در دوکلمه تعبیر کنیم :
«آسایش دو گیتی» تفسیر این دو حرف است
با دوستان مروت با دشمنان مدارا
نیکی می‌کن :
شکر آن را که دگر بار رسیدی به بهار
بیخ نیکی بنشان و ره تحقیق بجوی
محبت کن :
هرکو نکاشت مهر و زخوبی گلی نچید
در رهگذر باد نگهبان لاله بود
مطلقاً بد نباید کرد :
عیب درویش و توانگر به کم بیش بد است
کار بد مصلحت آن است که مطلق نکنیم
کریم باید بود :
بر این رواق زبرجد نوشته‌اند به زر
که جز نکوئی اهل کرم نخواهد ماند
ضعیفان را دستگیری باید کرد :
نظر کردن به درویشان منافیّ بزرگی نیست
سلیمان با چنان حشمت نظرها بود با مورش
دائم گل این بستان شاداب نمی‌ماند
دریاب ضعیفان را در وقت توانائی
امساک ناپسند است :

چه دوزخی، چه بهشتی ، چه آدمی، چه مَلَک
به مذهب همه کفر طرقیت است، امساک
بی‌آزار باش :
دلش به ناله میازار و ختم کن حافظ
که رستگاری جاوید در کم‌آزاری است
مباش در پی آزار و هرچه خواهی کن
که در شریعت ما غیر از این گناهی نیست
از طعن حاسدان غمگین مشو:
غمناک نباید بود ، از طعن حسود ای دل
باشد که چو وابینی خیر تو در این باشد
گر بدی گفت حسودی و رفیقی رنجید
گو تو خوش باش که ما گوش به احمق نکنیم
حافظ ار خصم خطا گفت نگیریم براو
ور به حق گفت جدل با سخن حق نکنیم
فروتن باش :
در محفلی که خورشید اندر شمار ذره است
خود را بزرگ دیدن شرط ادب نباشد
تا فضل و عقل بینی ، بی معرفت نشینی
یک نکته‌ات بگویم خود را مَبین که رستی
بگذر ز کبر و ناز ،که دیده است روزگار
چین قبای قیصر و طرف کلاه کی
خودکام نیز نباید بود :
طریق کام بخشی چیست ؟ ترک کام خود کردن
کلاه سروری آن است کز این ترک بردوزی
بکار تا بدروی :
دهقان سالخورده چه خوش گفت با پسر
کای نور چشم من به جز از کشته ندروی
کار کن تا مزد یابی :
به سعی کوش اگر مزد بایدت ای دل
کسی که کار نکرد اجر رایگان دارد
گوهر ذاتی خود را نمودار سازید :
تاج شاهی طلبی ؟ گوهر ذاتی بنمای
ور خود از تخمهٔ جمشید و فریدون باشی
پیش رو :
کاروان رفت و تو در خواب و بیابان در پیش
وه که بس بی‌خبر از غلغل و بانگ جرسی
راحت از پی زحمت است : به راحتی نرسید آن‌که زحمتی نکشید
من نیز می‌کوشم : آن‌چه سعی است من اندر طلبت بنمایم
ولی باید دانست : این قدر هست که تغییر قضا نتوان کرد
کمال مطلوب ما باید وصول به حقیقت باشد :
ای بی‌خبر بکوش که صاحب خبر شوی
تا راهرو نباشی کی راهبر شوی
در مکتب حقایق پیش ادیب عشق
هان ای پسر بکوش که روزی پدر شوی
دست از مس وجود چو مردان ره بشوی
تا کیمیای عشق بیابی و زر شوی
خواب و خورت ز مرتبه خویش دور کرد
آن گه رسی به خویش که بی خواب و خور شوی
گر نور عشق حق به دل و جانت اوفتد
بالله کز آفتاب فلک خوبتر شوی
یک دم غریق بحر خدا شو گمان مبر
کز آب هفت بحر به یک موی تر شوی
از پای تا سرت همه نور خدا شود
در راه ذوالجلال چو بی پا و سر شوی
وجه خدا اگر شودت منظر نظر
زین پس شکی نماند که صاحب نظر شوی
بنیاد هستی تو چو زیر و زبر شود
در دل مدار هیچ که زیر و زبر شوی
گر در سرت هوای وصال است حافظا
باید که خاک درگه اهل هنر شوی

روش علمی (دانشنامه فیزیک جلد اول)

ریچارد فایمن که از بهترین فیزیکدانان نظری قرن بیستم یود نوشته است که اساس علم با تعریف تقریبی این است که هر شناختی با آزمایش آزموده می شود و آزمایش تنها داور حقیقت علمی است گرچه موضوع علم که این همه متنوع و موفق بوده است درهیچ تعریف ساده‌ای نمی‌گنجد فایمن به کنه مطلب رسیده است .

روش علمی چنانچه در کتاب های مقدماتی فیزیک آمده است « یعنی گردآوری داده‌ها ، فرضیه سازی تعیین استلزام‌های فرضیه ، آزمودن آن با آزمایش و سپس نظریه پردازی » هم بیش از حد ساده انگاری است .

تعامل نظریه و آزمایش بسیار پیچیده است واقعاً به این پرسش که کدام اول می‌آید ،نظریه یا آزمایش نمی توان پاسخ گفت . آزمایش نقش‌های زیادی در علم ایفا می‌کند .

یکی از نقش‌های مهم آزمایش ، آزمودن نظریه‌ها است . اما آزمایش همچنین ممکن است از طریق نشان دادن نادرستی نظریه پذیرفته شده یا نمایش پدیده‌ای که توضیحی ندارد ، نیاز به ظهور نظریه نو را مشخص کند .

همین‌طور آزمایش ممکن است برای ساختار یا شکل ریاضی نظریه در نقش راهنما ظاهر شود.آزمایش ممکن است مستقل از نظریه روی پای خودش نیز بایستد . دانشمندان ممکن است پدیده‌ای را صرفاً بخاطر این که جالب است بررسی کنند و این خود نتایجی بدست می‌دهد که در آینده نیازمند نظریه‌ای برای توضیح باشد . نظریه همچنین چیزی خیلی بیشتر از پیش بینی فراهم می‌کند . هرچند پیش بینی پدیده‌هائی که قرار است به بوته آزمایش گذاشته شوند مسلم یکی از نقش‌های مهم فرضیه است .

نظریه قادر است راه‌های ثمر بخشی را پیش روی تحقیقات تجربی بگذارد ، و از طریق برآورد اندازه‌ی پدیده‌های مورد انتظار به طراحی آزمایش کمک کند

، که این به نوبه خود مشخص کننده امکان انجام آزمایش است . نظریه ممکن است در تجزیه و تحلیل داده‌های تجربی نیر نقش اساسی ایفا کند .
اما در تمام این تلاش‌ها همواره باید این نکته را به یاد داشته باشیم که علم خطاپذیر است . محاسبات نظری ، نتایج تجربی یا مقایسه بین آزمایش و نظریه ، همه و همه ممکن است نادرست باشند . علم پیچیده‌تر از آن است که بگوئیم « علم پیشه نظری را مطرح می‌کند و طبیعت با رد و قبول آن به داوری می‌نشیند » همیشه دقیقاً واضح نیست که علم‌پیشه چه چیزی را (با نظریه‌ی خود) مطرح کرده است. نظریه‌ها را اغلب باید شاخ و برگ داد و شفاف کرد . همچنین ممکن است واضح نباشد طبیعت چگونه رد و قبول آن را تعیین می‌کند . آرمایش همیشه جواب شسته رفته به همراه ندارد و حتی ممکن است نتایجی به دست دهد که تا مدتی با هم ناسازگار باشند .
شیوه کار علم را نه از طریق تفکر پیشینی، بل‌که از راه تأمل در رویدادهای روشنگر تاریخ فیزیک می‌توان دریافت . روش‌های علم را ضمن بکارگیری علم می‌توان شناخت. نخست رویدادی تاریخی را در نظر می‌گیریم که در آن کارائی علم به سادگی و شفافیت نشان داده شد این مورد، آزمایشی سرنوشت‌ساز بود که با صراحت بین دو نظریه رقیب داوری کرد .
این داستان مربوط به این کشف است که پایستگی پاریته یعنی تقارن بازتاب آینه‌ای یا تقارن چپ – راست در برهم کنش‌های ضعیف برقرار نیست. پایستگی پاریته، از اصول جا افتاده درفیزیک بود و اعتقاد راسخ نسبت به آن وجود داشت . چنانچه هر دانشجوی فیزیک در درس‌های مقدماتی می‌آموزد، برای تعیین نیروی بین دو جریان ابتدا جهت میدان مغناطیسی جریان اول را پیدا می‌کنیم و سپس نیروئی که این میدان بر جریان دوم وارد می‌کند را بدست می‌آوریم . برای این منظور دوبا از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم اما اگر از قاعده دست جپ هم دوبار استفاده کنیم دقیقاً همان جواب را بدست می‌آوریم.این همان تقارن چپ – راست یا پایستگی پاریته در الکترومغناطیس است .
در اوای دهه ۱۹۵۰ فیزیکدانان با مسئله ای روبرو بودند که معمایٔ(θ -r) خوانده می‌شد. دو ذره r و θ بر مبنای دو مشخصه جرم و طول عمر یکسان به نظر می‌رسیدند، در حالی که بر اساس دو ویژگی دیگر اسپین و پاریته ذاتی دو ذره‌ی متفاوت شمرده می‌شدند . تسونگ دائولی و چن نینگ یانگ راه حل معما را کشف کردند. آن‌ها دریافتند در واپاشی این ذرات که از طریق برهم‌کنش ضعیف انجام می‌گیرد اگر پاریته پایسته نباشد آنگاه این دو ذره را محصول دو مُدّ از واپاشی متفاوت از ذره واحدی می‌توان در نظر گرفت. ـن‌ها شواهد موجود برای پایستگی پاریتینه را بررسی کردند و با کمال تعجب دریافتند که نتایج آزمایش گرچه پایستگی پاریته را برای برهم‌کنش‌های (هسته‌ای) قوی و الکترومغناطیس قویاً تأئید می‌کند اما در واقع برای برهم-کنش‌های ضعیف هیچ مدرکی دال بر پایستگی پاریته وجود ندارد. پایستگی پاریته برای این نوع واکنش اصلاً به بوته‌ی آزمایش گذاشته نشده بود. لی و یانگ چند آزمایش برای آزمودن فرضیه‌ی‌شان که پاریته را برای برهم کنش‌های ضعیف پایسته می‌دانستند پیشنهاد کردند. یکی از این آزمایش‌ها به واپاشی بتازای هسته‌های جهت داده شده مربوط می‌شد. فرض کنید الکترونی که در اثر واپاشی از هسته بیرون می‌آید در جهتی خلاف جهت اسپین خارج شود. تصویر این وضعیت در آینه حاکی از آن است که الکترون در جهت اسپین هسته بیرون آمده است. تصویر واپاشی در آینه با خود واپاشی متفاوت است .این امر نشان دهنده نقض پایستگی پاریته یا نقض تقارن آینه‌ای خواهد بود. پایستگی پارینه فقط در صورتی تأئید می‌شود که در واپاشی مجموعه‌ای از این هسته‌ها الکترون‌ها یه نسبت مساوی در هر دو جهت گسیل شوند. این آزمایشی بود که خانم شین –شیونگ وو و همکارانش آنرا برای آزمودن پایستگی پاریته انجام دادند. آن‌ها هسته‌های ^{60}Co را هم-جهت کردند و تعداد الکترون‌های ناشی از واپاشی را در جهت اسپین و نیز در جهت مخالف اسپین شمارش کردند.نتایج این آزمایش که در شکل ۲ آمده به وضوح نشان می‌دهد بیشتر الکترون‌ها در جهت خلاف اسپین گسیل می‌شوند و پاریته پایسته نمی‌ماند.
پیدایش و پذیرش نظریه واپاشی بتازا در دهه‌ی ۱۹۳۰ و اوایل دهه‌ی ۱۹۴۰ نوع پیچیده‌تری را از تعامل نظریه و آزمایش و نقش‌های متفاوت آن‌ها را در علم نشان نشان می‌دهد. اگرچه مبحث پرتو زائی (یا رادیواکتویته) را هانری بکرل در ۱۸۹۶ کشف کرد و کار تجربی روی طیف انرژی الکترون‌های ناشی از واپاشی هم در اوایل قرن بیستم آغاز شده بود اما تا ظهور نظریهٔ انریکو فرمی در سال ۱۹۳۴هیچ نظریه موفقی برای این پدیده در دسترس نبود.
این تأخیر تا حدی به دلیل این بود که اجزای تشکیل دهنده هسته‌ی اتم هنوز شناخته نشده بود. تازه بعد از کشف نوترون در سال ۱۹۳۲ توسط جیمز چادویک بود که مشخص شد هسته از پروتون و نوترون ساخته شده است. پیوستگی طیف انرژی الکترون‌های ناشی از واپاشی بتازا هم مسئله‌ای پیش روی قرار داد بود.
اگر واپاشی بتازا فقط منجر به دو ذره شود (نوترون⟸ الکترون+ پروتن) طبق قانون پایستگی انرژی و قانون پایستگی تکانه (ندازه حرکت) انرژی الکترون باید مقدار معینی داشته باشد و نه طیف پیوسته، بدین‌سان پیوستگی طیف مشاهده شده هر دو قانون پایستگی را سؤال برانگیز کرد. نظر ولفانگ پائولی این بود که در واپاشی بتازا ذره‌ای خنثی با جرم اندک شاید هم صفر بنام نوترنیو نیز گسیل می‌شود.
این نظر هم مسئله‌ی پیوستگی طیف انرژی را حل کرد (در واپاشی سه ذره‌ای نوترون ⟵ پروتون + الکترون + نوترنیو طیف انرژی پیوسته خواهد بود) و هم قوانین پایستگی را از خطر رهانید. این مورد نمونه‌ای است که در آن نتایج تجربی که حاکی از پیوستگی طیف بود هم نیاز به نظریه‌ای جدید و هم وجود ذره‌ای جدید در طبیعت را نشان داد. (نوترنیو تا سال ۱۹۵۶ مستقماً مشاهده نشد اما موفقیت نظریه فرمی در واپاشاهی بتازا و نقشی که این ذره در برقراری پایستگی انرژی و تکانه داشت پیشاپیش فیزیکدانان را نسبت به وجود نوترنیو متقاعد ساخته بود) فرمی در نظریه خود از هسته متشکل از پروتون‌ها و نوترون‌ها و نیز از نوترنیوی پیشنهادی استفاده کرده بود.
نظریه فرمی با خصوصیات کلی نتایج آزمایشی مطابقت داشت اما دیری نپائید که امیل کونوپینسکی و جورج اولنبک این نکته را مطرح کردند که پیش‌بینی نظریهٔ فرمی برای الکترون‌های کم انرژی کمتر از تعداد الکترون‌هائی است که مشاهده می‌شود (شکل ۴) . آن‌ها شکل صلاح شده‌ای از نظریهٔ فرمی مطرح کردند که با نتایج تجربی توافق بهتری داشت. در طول دهه چهارم قرن بیستم میلادی شواهد تجربی نشان می‌داد که نظریه کونوپیسکی- اولنبک بر نظریهٔ فرمی برتری دارد (شکل ۵). هرچند این برتری را نمی‌شد مسلم گرفت.

کشفی که رخ داد این بود که اگر چشمه‌های پرتوزای نازکتری را در آزمایش-ها بکار می‌بردند نظریهٔ فرمی بهتراز نظریهٔ کونوپیسکی – اولنبک با نتایج تجربی مطابقت می‌یافت. فزونی الکترون‌های کم انرژی را باید به دلیل اتلاف انرژی الکترون‌ها در چشمه پرتوزا دانست.

به علاوه معلوم شد مقایسهٔ بین نظریه و آزمایش هم کار اشتباهی بود. نظریهٔ فرمی فقط برای واپشی‌های موسوم به «مجاز» قابل کاربرد است، در حالی که برخی از واپاشی‌های مشاهده شده واپاشی «ممنوع» بودند. طیف انرژی پیش-بینی شده برای این دو نوع واکنش هم متفاوت بوده است. وقتی داده‌های تجربی با پیش‌بینی‌های مناسب نظری مقایسه شدند نظریهٔ فرمی تصدیق شد. این مجموعه‌ی ابزار آزمایشی اصلاح شده و مقایسه درست نظریه و ازمایش منجر به پذیرش نظریه‌ی فرمی شد .چنان‌که خود کونوپینسکی اظهار کرد « بدین ترتیب دلائلی که از طیف بدست می‌آید و تا کنون تنها تأئید کننده نظریهٔ کونوپنیسکی-اولنبک بوده است دیگر مسلماً آنرا تأئید نمی‌کند».

این بود که داده‌های تجربی از دو نظریهٔ رقیب یعنی کونوپنیسکی-اولنبک و فرمی تنها یکی را برگزید. اما این انتخاب فرآیند ساده‌ای نبود نه تنها نتایج آزمایش درست نبود، بل‌که مقایسهٔ نظریه و آزمایش هم نادرست بود. پیش از آن‌که تصمیم‌گیری صحیحی، امکان پذیر شود، علم‌پیشگان می‌بایستی این خطاها را می‌یافتند و تصحیح می‌کردند. حتی پیش از این‌که فرمی نظریه‌اش را ارائه دهد داده‌های تجربی زیادی گردآوری شده بود که می‌توانست برای آزمودن نظریهٔ فرمی به کار رود. برای آن‌که فرمی بتواند نظریه‌اش را مطرح کند فیزیکدانان دیگر باید ساختار هسته اتم را مشخص می‌کردند. همچنین دیدیم که نتایج تجربی موجود چگونه پائولی را برای کشف ذره‌ای جدید که می‌توانست توجیه کننده‌ی آن نتایج باشد ،رهنمون شد. فرمی از نظر پاؤلی [مبنی بر وجود ذره‌ی جدید نوترنیو] نیزدرنظریه‌ی خود سود جست. این همان پیچیدگی علم و روش‌هایش در دنیای واقعی است.

اگر قرار است آزمایش این همه نقش‌های مهم در دنیای علم ایفا کند. پس برای اطمینان از صحت نتایج تجربی باید دلایل خوبی در اختیار داشته باشیم. فیزیکدانان برای نشان دادن صحت نتایج‌شان، از راهبردهائی بسیاری سود می‌جویند. شاید مهمترین و متداول‌ترین راهبرد، بازآزمائی‌های زمایش‌ها است. آزمایش‌کننده، توانائی سنجش‌افزارهای آزمایش را برای بازتولید نتایج شناخته شده مورد بررسی قرار می‌دهد. برای مثال اگر بخواهیم نسبت به درست بودن طیف جسمی که با استفاده از طیف‌سنج جدیدی بدست آمده است، اظهار نظر کنیم، می توانیم توانائی این طیف سنج را در بازتولید سری شناخته شده بالمر در هیدرژن مورد بررسی قرار دهیم. اگر سری بالمر بدرستی بازتولید شود می‌توانیم، نسبت به صحت کار طیف‌سنج اطمینان بیشتری داشته باشیم. این امر به نوبه‌ی خود اطمینان ما را نسبت به نتایجی که با استفاده از سیف‌سنج بدست می‌آید، تقویت می‌کند.

راهبرد متداول دیگر [استفاده از روش]تأئید مستقل است. در این روش با استفاده از دو دستگاه آزمایشی متفاوت، نتیجه‌ی واحدی را بدست می‌آوریم. گر جرم آسمانی واحدی را هم با تلسکوپ معمولی و هم السکوپ رادیوئی رصد کنیم، دلیل خوبی برای باور کردن نتیجه‌ی بدست آمده داریم.این که دو دستگاه آزمایشی با همه تفاوت‌هائی با همه دارند نتیجه نادرست یکسانی بدست دهند بسیار نامحتمل است. اگر بتوانیم تمام منابع قابل قبول خطای آزمایش را حذف کنیم، و جز یک توجیه، همه توجیهات ممکن برای نتایج آزمایش را کنار بگذاریم، برای اطمینان به نتیجه آزمایش دلیل خوبی بدست آورده‌ایم. هنگامی‌که علم‌پیشگان مدعی مشاهده تخلیه الکتریکی در حلقه زحل شدند، برای اثبات این امر، نشان دادند این نتیجه نمی‌تواند به علت نقص‌های دستگاه سنجش از راه دور، به علت برهم‌کنش با محیط زحل، یا بر اثر آذرخش و یا گرد و غبار پدید آمده باشد. تنها توضیحی که برای نتیجه تجربی باقی ماند تخلیه‌ی الکتریکی در حلقه‌های زحل بود. به علاوه، اقمار کاوشگر ویاجر ۱و ۲ نیز همین نتیجه را گزارش کردند. بدین ترتیب این ترتیب، این مشاهده تجربی بطور مستقل نیز تأئید شد.

گاهی استدلالی که علم‌پیشگان برای صحت نتیجه تجربی می‌آورند ممکن است با دخالت‌شان در آزمایش همراه باشد. یکی از دلایلی که اطمینان ما را نسبت به تصویر یاخته‌ای که در میکروسکپ دیده می‌شود برمی‌انگیزد، مایع رنگینی است که به درون سلول تزریغ می‌شود. اثرگذری این مایع، به صورت تغییر اندازه یا رنگ مایع است. به این، ترتیب انتظار داریم این اثر را مشاهده کنیم. با مشاهده این اثر، اطمینان حاصل می‌کنیم میکروسکپ درست کار می‌کند و در صحت تصاویری که می‌بینیم شک نمی‌کنیم.

این‌گونه راهبردها، دلایل خوبی به دست می‌دهند تا به نتایج تجربی اعتماد کنیم. در این صورت مجاز هستیم از این نتایج تجربی به شیوه‌هائی که گفته شد استفاده کنیم.

دو تاریخچه‌ای که در اینجا مطرح شدند، یعنی تاریخچه‌ی کشف ناپایستگی پاریته و تاریخچه پیدایش واپشی بتازا، نشان می‌دهند که روند علم همیشه ساده نیست، هرچند که در عین حال کارائی علم را هم به نمایش می‌گذارند. در واقع هیچ روش علمی منحصر به فردی وجود ندارد. بل‌که با روش‌های علمی گوناگون رو به رو هستیم. این‌که از کدام یک استفاده شود به شرایط بستگی دارد. همین انعطاف‌پذیری است که کار علم را چنین جذاب می‌کند.

اعداد در قرآن کریم

در قرآن ، اعداد دارای اهمیت‌اند ، اساساً بدان دلیل که اعداد نیز به مثابه معجزات یا آیات اراده لایتناهی خداوند تلقی می‌شوند. باید به خاطر داشت که مسلمانان قرآن را یک معجزه عددی می‌دانند : نه تنها بسیاری از اعدادی که در قرآن آمده امروز هم هنوز از نظر علمی صحیح است ، که به نظر می‌رسد تفاوتی شگفت‌انگیز در واجها ، کلمات و آیات ۱۱۴ سوره قرآن وجود داشته باشد . درمطالعات جدید ، استفاده زیادی از روش‌های شمارشی و سنجش‌های آماری برای مقدارسنجی دقیق و رمزگشائی از این تقارن مشهود انجام گرفته است. که یکی از این مطالعات کوششی است در جهت اثبات اینکه عدد نوزده مضرب مشترک نظام ریاضی قرآن ، یعنی بخشی از یک رمز ریاضی در سراسر قرآن است. این نظریه بدین قراراست که وقتی همه اعداد مذکور در قرآن را با هم جمع کنیم ، حاصل جمع آن‌ها برابر ۱۶۲۱۴۶ است گفته می‌شود این عدد مهم باشد زیرا برعدد ۱۹ قابل تقسیم است یعنی ۱۹ × ۶۵۳۴ = ۱۶۲۱۴۶ موارد دیگری از رمز نوزده عبارت است از

۱۱۴ سوره که برابر است با ۱۱۴ = ۶ × ۱۹ اولین آیاتی معروفی که نازل شدند (۱-۵ :۹۶) دارای ۱۹ کلمه و ۷۶ حرف که برابر است با ، ۴ × ۱۹ سوره ۹۶ ، اولین آیه در توالی زمانی ، دارای ۱۹ آیه است . مطالعات کمّی در مورد واژگان قرآن نیز ارزشهای عددی جالبی به دست داده است ، مثلاً ، بررسی سویدان نشان می‌دهد که تعداد کلمات اصلی متضاد دقیقلاً برابر است ، مثلاً هر یک ار کلمات الحیات و الموت ۱۴۵ مرتبه در قرآن به کار رفته است ، همین نظر در مورد «الدنیا » و «الاخره » صادق است زیر هریک ۱۱۵ مرتبه در قرآن به کار رفته است. شاید توجه به این امر نیز جالب باشد که کلمه «شهر» (یعنی ماه) ۱۲ بار و کلمه «الیوم» (به معنی روز) ۳۶۵ بار در قرآن آمده است.

همان‌طور که اغلب خاطر نشان گردیده ،ذکاوت عرب در استعداد او برای محاسبه ظهور یافته است، و قرآن با این همه تقارن و دقت که در واقع معجزه‌ای از جانب خداست، دلیل دیگری در مقابل اعراب آن رمان قرار داده است . به نا به حدیث ، آشکارترین معجره پیغمبر سفر شبانه او به مسجدااقصی و در ادامه معراج او به آسمان هفتم بود . که عرش آسمانی الهی و درخت شگفت انگیز سِدر در آن قرار دارد.

با مراجعه به سوره‌ای که این سفر شگفت‌انگیز را شرح می‌دهد آشکارترین بیان اهمیت اعداد را در قرآن خواهیم یافت: « وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَتَيْنِ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً لِتَبْتَغُواْ فَضْلاً مِّن رَّبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُواْ عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ وَكُلَّ شَيْءٍ فَصَّلْنَاهُ تَفْصِيلاً شب و روز را دو آیت از آیات خدا قرار دادیم آیت شب را تاریک گردانیدیم، و آیت روز را روشن تا به طلب رزقی که پروردگارتان مقرر داشته است برخیزید و شمار سالها و حساب را بدانید، و ما هر چیزی را به تفصیل بیان کرده ایم ۱۷:۱۲ »

این آیات در واقع ، بیان مفهوم زمان است ، و این اعداد که ارتباط پیچیده‌ای با هم دارند ، در طول زمان مکرراً در قرآن مورد اشاره قرار گرفته است. وقتی مفهوم بالارفتن به سوی خداوند در کنار مفهوم زمان قرار گیرد، تأثیر آن شگفت‌آور است .مثلاً سوره ۷۰ را در نظر یگیزید که نام آن سوره المعارج (بالا رفتن) است، در اینجا،اعداد وقتی به دست می‌آید که قرآن یرای انسان زمان بالا رفتن به سوی خدا را محاسبه می‌کند، خدائی که در اینجا به شکل کاملاً معنی‌دار به نام خداوند صاحب معراج ، « الله ذی‌المَعارج» مورد اشاره قرار گرفته است « تَعْرُجُ الْمَلَائِكَةُ وَالرُّوحُ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ خَمْسِينَ أَلْفَ سَنَةٍ در روزی که مقدارش پنجاه هزار سال است، فرشتگان و روح بدان جا فرو روند ۷۰:۴» این دومین عدد بزرگ است که در قرآن ذکر شده است باللاترین عدد تحقیقاً دو برابر این مقدار است یعنی (۱۰۰۰۰) که در آیه ۳۷:۱۴۷ آمده و اشاره به مردمی است که یونس پیمبر می‌باید هدایت کند:« وَأَرْسَلْنَاهُ إِلَى مِئَةِ أَلْفٍ أَوْ يَزِيدُونَ و او را به رسالت بر صد هزار، کس و بیشتر فرستادیم ۱۴۷ فَآمَنُوا فَمَتَّعْنَاهُمْ إِلَى حِينٍ آن‌ها ایمان آوردند و تا زنده بودند ، برخورداریشان دادیم ۱۴۸» در زبان عربی اساساً دو کلمه در مقابل «شماره» وجود دارد رقم جمع آن ارقام و عدد جمع آن اعداد ، قرآن تنها از کلمه اخیر استفاده می‌کند.اسم عدد و مشتقات ریشه فعلی «عَدّ » (شمردن)بیش از ۲۵ بار در قرآن به کار رقته است. در اغلب مورد در پی این کلمه ، یک عدد خاص به کار رفته است . در مجموع ۳۰ عدد مختلف در قرآن ذکر شده است : از عداد ۱ تا ۱۲ ،۱۹،۲۰ تا ۸۰ (به صورت ۱۰ تائی) ۱۰۰,۲۰۰,۳۰۰.۱۰۰۰.۲۰۰۰.۳۰۰۰.۵۰۰۰.۵۰۰۰۰.۱۰۰۰۰۰ همان-طور که مشاهده می‌شود، این اعداد را می‌توان در یکان،دهگان،صدگان،هزارگان طبقه‌بندی کرد.این نکته نیز مهم است که همه اعداد اول و اعداد فرد از یک تا ده ذکر شده‌اند میلیون وجود ندارد. معمول‌ترین قالبی که در آن ذکر می‌شود،در ترکیب با سال‌ها، ماه‌ها،شب‌ها،روزها،خوشهٔ ذرت،مردم،فرشتگان،اعمال‌خوب،سوره‌ها،چاه-ها،طوایف و سیارگان است،یکی از اعدادی که بیشترین کاربرد را دارد عدد هفت است،که جمعاً بیست و هشت بار ذکر شده است. بدیهی است این امر به دیل تکرار موضوعات آشنائی مانند هفت آسمان،هفت دریا و هفت نفر اصحاب کهف ، هفت گاو در رؤیای فرعون و هفت روز «تندباد توفنده و کشنده» سَخَّرَهَا عَلَيْهِمْ سَبْعَ لَيَالٍ وَثَمَانِيَةَ أَيَّامٍ حُسُومًا فَتَرَى الْقَوْمَ فِيهَا صَرْعَى كَأَنَّهُمْ أَعْجَازُ نَخْلٍ خَاوِيَةٍ آن عذاب را هفت شب و هشت روز پی در پی بر آنان بگماشت آن قوم را چون تنه های پوسیده خرما می دیدی که افتاده اند و مرده اند (۶۹:۷)است. به علاوه،مفاهیم قرآنی متمایز دیگری نیز هست، مانند هفت «مثانی» (هفت آیه ذکر شده) هفت دروازه دوزخ هشت فرشته که عرش الهی را بر دوش حمل کی‌کنند وَالْمَلَكُ عَلَى أَرْجَائِهَا وَيَحْمِلُ عَرْشَ رَبِّكَ فَوْقَهُمْ يَوْمَئِذٍ ثَمَانِيَةٌ (و فرشتگان در اطراف،آسمان باشند و در آن روز هشت تن از آنها عرش پروردگارت را برفراز سرشان حمل می کنند) (۶۹:۱۷) زنجیر هفتاد ذرعی دوزخ ،و هفتاد بار درخواست عفو اسْتَغْفِرْ لَهُمْ أَوْ لاَ تَسْتَغْفِرْ لَهُمْ إِن تَسْتَغْفِرْ لَهُمْ سَبْعِينَ مَرَّةً فَلَن يَغْفِرَ اللّهُ لَهُمْ ذَلِكَ بِأَنَّهُمْ كَفَرُواْ بِاللّهِ وَرَسُولِهِ وَاللّهُ لاَ يَهْدِي الْقَوْمَ الْفَاسِقِينَ

می‌خواهی برایشان آمرزش بخواه می خواهی آمرزش نخواه، اگر هفتاد بار هم ، برایشان آمرزش بخواهی خدایشان نخواهد آمرزید ، زیرا به خدا و پیامبرش ایمان ندارند و خدا مردم نافرمان را هدایت نمی کند (۹:۸۰) و شاید دومین عدد آشنا عدد دوازده باشد ،که دوازده ماه سال، دوازده ستاره در رؤیای یوسف،و دوازده قبیله اسرائیل را شامل می‌گردد. با این‌همه یکی از اعدادی که بیشتر مورد بحث قرار گرفته عدد ۱۹ است که فقط یک‌بار در آیه‌ای بسیار کوتاه(با سه ۳ کلمه) به کار رفته است و به نوزده فرشته محافظ (سَقَر) (دوزخ) اشاره دارد : عَلَيْهَا تِسْعَةَ عَشَرَ بر آن (دوزخ) نوزده (نگهبان)است. (۷۴:۳۰)آنچه از خود عدد مهم‌تر است توضیحات طولانی و مفصل در آیه مجاور است. در واقع عدم تناسب طول دو آیه مجاور توجه را به خود عدد نوزده جلب می-

کند،و نیز اشاره مهمی است به شیوه استفاده کارکردی از اعداد در قرآن برای مقاصد کلامی:

وَمَا جَعَلْنَا أَصْحَابَ النَّارِ إِلَّا مَلَائِكَةً وَمَا جَعَلْنَا عِدَّتَهُمْ إِلَّا فِتْنَةً لِّلَّذِينَ كَفَرُوا لِيَسْتَيْقِنَ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ وَيَزْدَادَ الَّذِينَ آمَنُوا إِيمَانًا وَلَا يَرْتَابَ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ وَالْمُؤْمِنُونَ وَلِيَقُولَ الَّذِينَ فِي قُلُوبِهِم مَّرَضٌ وَالْكَافِرُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا كَذَلِكَ يُضِلُّ اللَّهُ مَن يَشَاء وَيَهْدِي مَن يَشَاء وَمَا يَعْلَمُ جُنُودَ رَبِّكَ إِلَّا هُوَ وَمَا هِيَ إِلَّا ذِكْرَى لِلْبَشَرِ (موکلان دوزخ را جز از فرشتگان قرار ندادیم و شمار آنها جز برای، امتحان کافران نیست تا اهل کتاب یقین کنند و بر ایمان مؤمنان بیفزاید و اهل کتاب و مؤمنان شک نکنند و تا آنان که در دلهاشان مرضی است نگویند:خدا از این مثل چه می خواسته است؟خدا اینچنین هر کس را که بخواهد گمراه می کند و هر کس را که بخواهد راه می نماید و شمار سپاهیان پروردگارت را جز او نداند و این سخن جز اندرزی از برای مردم نیست.(۷۴:۳۱)

برای درک آیه فوق اشاره‌ای تاریخی به این حقیقت لازم است که مطابق قرآن، هم تورات و هم اناجیل در مورد نوزده فرشته محافظ دوزخ توافق دارند ، زیرا آن عدد را خداوند «تعیین کرده» و بنا بر این در این عبارت تجلی می‌یابد که تا اهل کتاب «یقین به هم رسانند »

در تحلیل نهائی ، اعداد مانند سه «فیوری» یا فرشته انتقام در اساطیر یونان‌اند که در چشم ظالمان عذاب دهنده‌اند ، اما در چشم قانون-مداران ،فرشتگان رحمت‌اند. برای ترسیم تصویری مشابه از قرآن، آن‌ها مانند دروازه‌ای هستند که بهشت را از دوزخ جدا می‌سازند. يَوْمَ يَقُولُ الْمُنَافِقُونَ وَالْمُنَافِقَاتُ لِلَّذِينَ آمَنُوا انظُرُونَا نَقْتَبِسْ مِن نُّورِكُمْ قِيلَ ارْجِعُوا وَرَاءكُمْ فَالْتَمِسُوا نُورًا فَضُرِبَ بَيْنَهُم بِسُورٍ لَّهُ بَابٌ بَاطِنُهُ فِيهِ الرَّحْمَةُ وَظَاهِرُهُ مِن قِبَلِهِ الْعَذَابُ

روزی که مردان منافق و زنان منافق به کسانی که ایمان آورده اند می، گویند: درنگی کنید تا از نورتان فروغی گیریم گویند : به دنیا بازگردید و ازآنجا نور بطلبید میانشان دیواری برآورند که بر آن دیوار دری باشد، درون آن رحمت باشد و بیرون آن عذاب(۵۷:۱۳)

منبع : دانشنامه قرآن کریم اولیور لیمین

تابع موج و برهم نهی کوانتومی

کل فیزیک کلاسیکی مبتنی بر اصلی به نام مُعینیت است.

اصل بنیادی معینیت می‌گوید آینده قابل پیش‌بینی است و تنها چیزی که برای پیش‌بینی آینده‌ی کائنات لازم است، داشتن اطلاعات کافی از زمان حال است.

مثلاً می‌توانیم کسوف بعدی را با داشتن اطلاعات کافی در مورد حرکت ماه پیش‌بینی کنیم.

ایده‌ی دیگر معینیت می‌گوید: شرایط یکسان منجر به نتایج یکسان می‌شوند. برای مثال، اگر ما دو گلوله را از یک تفنگ و در شرایط یکسان (مثلاً در راستا، دما و سایر شرایط یکسان) شلیک کنیم، هر دو گلوله به مکان یکسانی اصابت خواهند کرد.

اما دنیای کوانتوم به طور کاملاً متفاوتی رفتار می‌کند.

یعنی اگر به جای گلوله، الکترون‌ها را شلیک کنیم (از یک تفنگ الکترونی فرضی)، هر یک از آنها می‌توانند به مکان متفاوتی برخورد کرده و حتی با وجود شرایط اولیه‌ی یکسان، سرعت‌های نامشابهی داشته باشند!

رفتار عجیب پروتون‌ها در آزمایش یانگ و غیرقابل پیش بینی بودن الکترون‌ها در تفنگ الکترونی، هر دو نتیجه‌ی یک اصل بنیادی مکانیک کوانتوم به نام برهم‌نهی هستند.

طبق اصل برهم‌نهی کوانتومی، در صورتی که یک شی کوانتومی، مشاهده نشود، می-تواند به طور همزمان در تمام حالت‌های ممکن قرار داشته باشد.

بنا بر این برهم‌نهی به معنای ترکیب تمام حالت‌هایی است که شی می‌تواند از نظر تئوری در آن‌ها قرار داشته باشد.

یعنی ذره‌ای که مشاهده نمی‌شود، می‌تواند به طور همزمان چندین سرعت داشته باشد و در چندین مکان هم باشد!

این رفتار برای ما عجیب به نظر می‌رسد، اما اگر به تابع موج دقت کنیم، برهم نهی ملموس‌تر می‌شود.

مثلاً به موقعیت یک شی توجه کنید. همانطور که قبلاً بیان شد، تابع موج، تمام ویژگی‌های یک شی را در دل خود دارد؛ در نتیجه تابع موج، موقعیت شی را مشخص می‌کند، اما یک مشکل وجود دارد: موج در یک مکان مستقر نمی‌شود، بلکه در عوض تمایل به پخش شدن در فضا دارد و این ویژگی در مورد تابع موج ما هم صدق می-کند.

در نتیجه تا زمانیکه تابع موج یک شی، وجود دارد، موقعیت این شی را نمی‌توان به صورت دقیق تعیین کرد و تنها می‌توان گفت شی همان جایی است که تابع موجش قرار دارد (در چند ویژه حالت قرار دارد).

برای تعیین دقیق موقعیت یک شی کوانتومی، باید تابع موج ناپدید شود که با مشاهده می‌توانیم به سادگی تابع موج را محو کنیم! بنابراین به هیچ وجه، نگاه خود را دست کم نگیرید!!

فن آوری هسته ای (Nuclear

مقدمه:دو هزار و پانصد سال پیش، دموکریتوس یونانی، خشت خام آفرینش را اتم نامید. دویست سال پیش، جان دالتون انگلیسی، کوچک ترین ذره هر ماده را کره توپر تجزیه ناپذیری تصور می کرد، که در مواد مختلف، متفاوت و غیرقابل تبدیل به یکدیگر بودند. در سال ۱۸۹۵ ویلهلم رونتگن آلمانی، پی به وجود پرتوئی به نام ایکس برد و آنتونی بکرل فرانسوی، پی به پرتوزائی برخی مواد برد. و متعاقب آن، مادام کوری و همسرش عناصر رادیوم و پلوتونیوم را کشف کردند. صد سال پیش، جوزف تامسون انگلیسی، به وجود ذرات باردار مثبت و منفی در اتم پی برد و او نیز کاشف الکترون بود و اتم را کُره تو پری شبیه کیک کشمشی می‌دید و سپس ارنست رادر فورد انگلیسی، از هسته کوچک با بار مثبت در مرکز اتم سخن گفت که الکترون‌ها در اطرافش پراکنده بودند. و او نیز کاشف پروتون بود. رادر فورد از توجیه عدم سقوط الکترون‌ها در هسته اتم عاجز بود. جیمز چادویک انگلیسی، از وجود

ذره خنثی نوترون در هسته اتم پرده برداشت و نیلز بوهر دانمارکی اتم را شبیه منظومه شمسی می‌دید، که هسته با بار مثبت در مرکز اتم و الکترون‌ها در مدارهایی مجاز به دور هسته در گردش بودند. اتم $_{Z}^{A}X$ به تعداد Z عدد پروتون و به همین تعداد الکترون دارد و در هسته هر اتم به تعداد A نوکلئون وجود دارد که $A-Z$ تای آن نوترون است. Z را عدد اتمی و A را عدد جرمی اتم نامیدند. در هسته پروتون-هایی با بار مثبت با نیروی دافعه الکتریکی یکدیگر را می‌رانند و نوکلئون‌های هسته اعم از پروتون‌ها و نوترون‌ها، یکدیگر را با نیروی هسته‌ای ضعیف، می‌ربایند و نوکلئون‌ها تحت تأثیر برآیند این دو نیرو در ترازهای انرژی بخصوصی در حال تعادل و پایداری‌اند و با انرژی بستگی بهم پیوند دارند. تمام هسته‌ها انرژی بستگی دارند بجز هیدروژن؛ هسته‌هایی که تعداد نوترون اضافی دارند، با گسیل بتا $_{-1}^{0}e$ نوترونی را به پروتون تبدیل می‌کنند. و هسته‌هایی که از لایه‌های درونی اتم، الکترون‌قاپی می‌کنند، باگسیل پوزیترون $_{+1}^{0}e$ پروتونی را به نوترون تبدیل می‌کنند. در هسته، وقتی نوکلئونی از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پائین تر سقوط می‌کند، فوتون گامائی با انرژی اختلاف دو تراز تابش می‌کند و در هسته‌های سنگین که پروتون‌ها از هم فاصله دارند، نیروی دافعه کولنی بر نیروی جاذبه هسته‌ای ضعیف غلبه کرده آلفا $_{2}^{4}He$ گسیل می‌کنند، اتم‌های یک عنصر که تعداد پروتون یکسان و تعداد نوترون متفاوتی دارند، ایزوتوپ‌های آن، عنصر نامیده می‌شوند، ایزوتوپ‌های یک عنصر خاصیت شیمیایی یکسانی دارند، اتم-های عناصر مختلف که عدد جرمی یا تعداد نوکلئون‌های یکسانی دارند، ایزوبار نامیده می‌شوند. و فراوان‌ترین عناصر جهان هیدروژن و هلیوم می‌باشد، با واکنش شیمیایی نمی‌توان عنصری را به عنصر دیگری تبدیل کرد، چرا که واکنش‌های شیمیائی با آرایش الکترونی سر و کار دارند ولی با واکنش‌های هسته‌ای می‌توان عنصری را به عنصر دیگر تبدیل کرد. تاکنون بشر توانسته ۹۴ عنصر را در طبیعت شناسایی کند و ۲۴ عنصر را در آزمایشگاه تولید کند، ابعاد هسته اتم در حدود یک فرمی ($m۱۰^{-۱۵}$) و ابعاد اتم در حدود یک آنگستروم ($m۱۰^{-۱۰}$) می باشد و بیشتر فضای اتم خالی است. تکنولوژی هسته‌ای، با واکنش‌های هسته‌ای تعریف می‌شود که طی جنگ جهانی دوم (۱۹۴۵-۱۹۳۹) با پروژه منهتن با سرکردگی انریکو فرمی و رابرت اوپنهایمر در سایه آلبرت انیشتین با انگیزه دستیابی به بمب اتمی در آمریکا، گسترش یافت. فرمی اولین واکنش زنجیره‌ای شکافت هسته‌ای خود نگهدار و اولین نیروگاه قدرت هسته‌ای را در ۱۹۴۲ و اوینهایمر اولین بمب اتمی را در ۱۹۴۵ اختراع کرد.

امروزه، حدود ۴۵۴ نیروگاه هسته‌ای قدرت، ۲۸۴ رآکتور تحقیقاتی و ۱۸۰ رآکتور هسته‌ای ناوگان دریائی در ۵۰ کشور عمدتاً غربی در سرتاسر جهان به فعالیت مشغول‌اند. انرژی هسته‌ای نظیر سوخت‌های فسیلی، انرژی تجدیدناپذیر بوده و آهنگ مصرف آن بگونه‌ای است که طی یکی دو قرن به پایان می‌رسد. هزینه ساخت نیروگاه‌های هسته ای، بالاست ولی انرژی تولیدی آن کم هزینه، پایدار، رقابتی، با راندمان بالا و قابل پیش‌بینی است. انرژی هسته‌ای سهمی در گسیل گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن جهانی و نقشی در آلودگی آب و هوا و خاک ندارد؛ هر چند آلودگی تابشی آن نامرئی است. گرمای حاصل از شکافت هسته‌ای در رآکتورها، می‌تواند در تأسیسات آب شیرین‌کن‌ها در فرآیند تبخیر و تقطیر و میعان به نمک زدائی آب شور دریا پرداخته؛ آن هم زمانی که یک پنجم جمعیت جهان از آب آشامیدنی محروم‌اند. گرمای حاصل از رآکتورهای هسته‌ای، می‌تواند به عنوان گرمایش منطقه‌ای رادیاتورهای خانه‌ها و ادارات را گرم کند. گرمای حاصل از رآکتوهای هسته‌ای می‌تواند بصورت بخار، توربین‌ها را چرخانده و سهم قابل ملاحظه‌ای در تولید الکتریسیته ایفا کند. رادیو ایزوتوپ‌های بسیاری در عرصه پزشکی هسته‌ای به عنوان رادیو دارو، ردیاب، پرتودرمانی و عکسبرداری از درون بدن، به تشخیص و درمان بیماری‌ها، یاری می رسانند و فوتون‌های پرانرژی گامای تابش شده از مواد رادیواکتیو، در استریلیزه کردن ادوات پزشکی و میکروب زدائی و پرتودرمانی، خدمات شایانی به حوزه پزشکی کرده و رآکتورهای هسته‌ای تحقیقاتی در تولید رادیو ایزوتوپ‌های مورد نیاز پرشکی، صنعت و کشاورزی و تحقیقات، نقش مهمی را ایفا کرده‌اند. پرتوهای گامای تابش شده از مواد پرتوزا، در حوزه کشاورزی به منظور حفظ نباتات و مواد غذائی در میکروب زدائی و باکتری‌زدائی و تولید مثل‌زدائی حشرات مضر گیاهی، خدمات شایانی کرده و به امنیت غذایی اعتبار داده است. از رادیوایزوتوپ‌ها، در صنعت به منظور نشت‌یابی لوله‌های نفتی و گازی و در چاه پیمائی به منظور چگالی سنجی و عمق‌یابی و ضخامت سنجی لایه‌های زیرزمینی و تشخیص شکستگی قطعات صنعتی و ناصافی سطوح فلزی استفاده می‌کنند. رادیوایزوتوپ‌های آلفازا، در دودسنجی اماکن تجاری و مسکونی بکار می‌روند، که با ورود دود به درون اتاقک یونیزاسیون آژیر می‌کشد. با توجه به اینکه در همه موجودات زنده اعم از گیاهی و جانوری، مقدار معینی کربن وجود دارد و درصد معینی از کربن طبیعی $_{6}^{12}C$ ایزوتوپ رادیواکتیو $_{6}^{14}C$ می‌باشد و کربن‌سازی موجودات زنده، پس از مرگ متوقف می‌شود، می‌توان از مقایسه اکتیویته آثار هنری، عتیقه‌جات، آثار باستانی و فسیل‌های زمین‌شناسی با اکتیویته این آثار در زمان حال به عمر آن اثر دست یافت. باطری‌های هسته‌ای، انرژی گرمائی حاصل از واپاشی مواد رادیواکتیو را با استفاده از پدیده ترموالکتریک به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند و این باطری‌ها در سفینه‌های فضائی بکار می‌روند. ایزوتوپ‌های رادیواکتیو پوزیترون‌گسیل با الکترون‌قاپی و محو جرم و تکنولوژی PET امکان مشاهده بافت‌های

نرم و ارگان‌های درون بدن را مهیا می‌کنند و نواحی مسدود شریان‌ها را شناسائی می‌کنند. آمریکا هر چند انرژی مورد نیازش را عمدتاً از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌کند، ولی با حدود صد نیروگاه هسته‌ای قدرت، ۲۵ درصد انرژی مورد نیازش را از رآکتورهای هسته‌ای تأمین می‌کند و بیشترین تعداد رآکتورها را دارد. فرانسه و ژاپن ۷۵ درصد الکتریسیته مورد نیازشان را عمدتاً از رآکتورهای هسته‌ای تأمین می‌کنند. با ناپدید شدن اورانیوم از سطح زمین، کره زمین به سنگی سرد مبدل شده و چه بسا که، غیرقابل سکنی شود. نیروگاه‌های هسته‌ای اگزوز و دودکشی ندارند، سوختی نمی‌سوزانند، گاز کربنیکی گسیل نمی‌کنند، آب و هوا و خاکی را آلوده نمی‌کنند، ولی هیچ منبع تولید برقی مطلقاً تمیز و پاک نمی‌باشد و هر یک خطرات خاص خود را دارند. کشف آتش، تمدن بشر را دگرگون کرد، ولی همین آتش حوادث ناگواری را در آتش سوزی‌ها، جنگل سوزی‌ها به بار آورد. انرژی‌های نو یا تجدیدپذیر، اعم از خورشیدی، بادی، آبی، زمین گرمائی و بیومس، به تنهایی نمی توانند انرژی مورد نیاز بشر را تأمین کنند و مشکل ذخیره‌سازی انرژی دارند. جمعیت رو به رشد و اقتصاد و صنعت رو به پیشرفت، پیوسته، تقاضا برای انرژی دارند. سوخت مصرفی متداول در اقصی نقاط جهان، عمدتاً سوخت‌های فسیلی است که در آینده‌ای نه چندان دور، پایان می‌یابند و اثرات مخرب گازهای گلخانه‌ای حاصل از آن، یخ‌های قطبی و یخچال‌های طبیعی را ذوب کرده و سطح ایستابی اقیانوس‌ها و دریاها را بالا برده و جهان را گرم کرده، همه منابع تولید الکتریسیته اعم از تجدیدپذیر یا تجدیدناپذیر، در قرن ۲۱ با چالش‌های کربن گسیلی، هزینه تولید انرژی و بحران عرضه و تقاضای انرژی مواجه می‌شوند. کشورهای آمریکا، روسیه، انگلیس، فرانسه، چین، هند، پاکستان، کره شمالی و احیاناً اسرائیل، روی هم ۱۶۳۰۰۰ بمب اتمی و بالغ بر ۲۰۰۰ تن اورانیوم ۲۳۵ با غنای بیش از ۹۰ درصد دارند، که خطری بالقوه برای حیات روی کره زمین می‌باشند. بیش از صد حادثه جدی هسته‌ای در تاریخ تکنولوژی هسته‌ای ثبت شده، که ۶۰ درصد این حوادث در آمریکا رخ داده، زرادخانه‌های هسته‌ای، شیمیائی، میکروبی، بیولوژیکی در اقصی نقاط جهان، اهدافی بالقوه برای عملیات تروریستی است. پیامدهای ناگوار انداختن بمب اتمی در ژاپن به دستور ترومن رئیس جمهور آمریکا در سال ۱۹۴۵، حادثه هولناک تری مایل در سال ۱۹۷۹ در آمریکا، ذوب شدن قلب چهار رآکتور نیروگاه هسته‌ای چرنوبل در اکراین در سال ۱۹۸۶، انفجار رآکتور فوکوشیما در اثر سونامی در ژاپن در سال ۲۰۱۱ و حوادث مشابه در زیردریائی‌ها در روسیه، تهدیدهای بالقوه تروریستی و خرابکاری و بمباران اهداف هسته‌ای، آسیب‌پذیری نیروگاه‌های هسته‌ای در مواجهه با بلایای طبیعی، پیچیدگی حفظ و حراست از پسماندهای بشدت رادیواکتیو سوخت‌های هسته‌ای و زرادخانه‌های بالقوه هسته‌ای و نامرئی بودن آلودگی هسته‌ای، دغدغه‌هایی هستند که همراهی بین المللی و جهانی را می‌طلبد تا بلکه از بروز حوادث و فجایع ناگهانی مشابه پیشگیری شود. پرتوهای رادیواکتیو می‌توانند با فرآیند یونیزاسیون، آب بدن را به آب اکسیژنه تبدیل کنند، سلول‌های بدن را تخریب کنند و جهش‌های ژنتیکی را سبب شوند. و با تکثیر غیرعادی سلول، سبب سرطان شوند. با این همه تفاسیر، جمعیت و تکنولوژی رو به رشد به انرژی روز افزونی نیاز دارد و تکنولوژی هسته‌ای می‌تواند نقش مهمی در عرضه انرژی بازی کند. تکنولوژی هسته‌ای، به منظور تأمین امنیت انرژی جهانی، از اهمیت زیادی برخوردار است و حدود ۱۰درصد انرژی جهان را تأمین می‌کند. و کشورها به منظور برخورداری از این نعمات و دستاوردهای این تکنولوژی، به عضویت آژانس بین المللی انرژی اتمی IAEA درمی‌آیند و به منظور راستی آزمایی و شفافیت و جلب اعتماد جهانی، به پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای NPT می‌پیوندند. کشورها به منظور مبارزه با پولشوئی و دستیابی به منابع پول‌های کثیف و تأمین مالی تروریسم به پیمان FATF می‌پیوندند تا بلکه ورود و خروج ارز از کشورشان را شفاف کنند. انرژی هسته‌ای از دیرباز چالش برانگیز بوده، گسترش سلاح‌های هسته‌ای، بمب‌های اتمی، تهدیدهای تروریستی، حملات نظامی و موشکی، خرابی پمپ خنک کننده رآکتور، دمای بالای رآکتور، اختلال در کنترل رآکتور، نشت مواد رادیواکتیو، دفن پسماندهای سوخت هسته‌ای، هر یک تهدیدی جدی و اجتناب ناپذیر می‌باشند. امروزه ۴۱ درصد انرژی جهان از ذغال سنگ، ۲۲ درصد آن از گاز طبیعی، ۱۷ درصد آن از سدهای آبی، ۱۱ درصد آن از شکافت هسته ای و ۶درصد آن از نوع انرژی های تجدیدپذیر می‌باشد.

پرتوزائی (Radio Activity)

خورشید و ستاره‌ها، جویباری از پرتوهای کیهانی نظیر نم نم باران به اقصی نقاط جهان ارسال می‌کنند. مختصات ارتفاع از سطح دریا، میدان مغناطیسی زمین و محتوی جو، می‌توانند دُز یا مقدار پرتو کیهانی را که به ما می‌رسد، تغییر دهند. اورانیوم، توریوم، رادن، رادیوم، فسفر، پتاسیم۴۰، کربن ۱۴و .... مواد رادیواکتیوی هستند که بطور طبیعی وجود دارند و همراه با پرتوهای کیهانی تابش می‌کنند. چنین تابش طبیعی را تابش زمینه گویند.

یک قرن پیش، بکرل فرانسوی، پرتوزائی برخی مواد را کشف کرد، واپاشی مواد رادیواکتیو فرآیندی آماری است که به ترازهای انرژی نوکلئون‌های درونی هسته بستگی دارد. نوکلئون‌هائی که تحت تأثیر نیروی جاذبه هسته‌ای ضعیف و دافعه الکتریکی کولنی به دنبال متعادل‌ترین نقطه تعادل و پایداری واپاشی می‌کنند، مواد رادیواکتیو، هسته‌های ناپایداری هستند که با گذشت زمان، بر اثر واپاشی، از اتمی به اتم دیگر تبدیل می‌شوند و یا از ترازی با انرژی بالاتر به ترازی با انرژی پائین‌تر می روند. مدت زمانی که طول می‌کشد تا نصف تعداد

هسته‌های رادیواکتیو بر اثر واپاشی به هسته‌های دیگر تبدیل شوند، نیمه عمر ماده رادیواکتیو T نامیده می‌شود. و مدت زمانی که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های رادیواکتیو به $\frac{1}{e}$ تعداد اولیه تقلیل یابند، عمر ماده رادیواکتیو نامیده می‌شود. احتمال واپاشی یک هسته در واحد زمان را ضریب واپاشی λ نامند. اگر m_0 گرم از یک ماده رادیواکتیو با اکتیویته a_0 و نیمه عمر T و ضریب واپاشی λ، به مدت t واپاشی کند، مقدار ماده رادیواکتیو باقیمانده و اکتیویته آن از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$a = a_0 \times 2^{-\frac{t}{T}} \qquad m = m_0 \times 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t}$$

تعداد واپاشی در واحد زمان را اکتیویته نامند،که بر حسب کوری بیان می‌شود.

ایزوتوپ‌های ناپایدار باگسیل ذراتی نظیر آلفا، بتا، پوزیترون، نوترون، پروتون یا فوتون‌هایی نظیر گاما، واپاشی می‌کنند تا پایدارتر شوند. چنین ایزوتوپ‌های پرتوزائی را رادیوایزوتوپ گویند.

$$T\lambda = \ln 2$$

$$C_i = 3/7 \times 10^{-10} \ \frac{\text{واپاشی}}{\text{ثانیه}}$$

در فرآیند الکترون‌قاپی، الکترونی از مدارهای درونی در هسته سقوط می‌کند و پرتونی را به نوترون تبدیل می‌کند. مثلاً جیوه به طلا تبدیل می‌شود:

$$^{201}_{80}Hg + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{201}_{79}Au$$

$$^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{1}_{0}n$$

اگر در هسته نوترونی به پروتون تبدیل شود، ذره بتا گسیل می‌کند و نوترون آزاد ناپایدار بوده و پس از ۱۵ دقیقه، خودبخود با گسیل بتا به پروتون تبدیل می‌شود.

$$^{1}_{1}p \longrightarrow ^{1}_{0}n + ^{0}_{+1}e$$

$$^{1}_{0}n \longrightarrow ^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e$$

در هسته ممکن است پروتونی با گسیل پوزیترون به نوترون تبدیل شود. فوتون‌های گامای تابشی از مواد رادیواکتیو در برخورد با ماده اگر کم انرژی باشند، پدیده فتوالکتریک و اگر پرانژی باشند، تولید جفت کرده واگر انرژی متوسطی داشته باشند، پراکندگی کمپتون می‌کنند و طول موج فوتون پراکنده تغییر می‌کند.

$$^{2}_{0}\delta \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{0}_{+1}e$$

تولید جفت

عمرسنجی کربنی (Carbon Dating)

پرتوهای کیهانی در برخورد با اتم‌های جو، نوترون گسیل می‌کند و این نوترون‌های پرانرژی، در برخورد با نیتروژن جو، کربن ۱۴ تولید می‌کنند.

$$^{1}_{0}n + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H$$

اتم‌های کربن ۱۴ رادیواکتیو هستند و در ترکیب با اکسیژن هوا، به صورت گاز کربنیک CO_2 جذب گیاهان می‌شوند و طی فتوسنتز، در فیبرهای گیاهی پخش می‌شوند و در چرخه غذایی و بارش باران، وارد بدن موجودات زنده می‌شوند. نسبت کربن ۱۴ به کربن ۱۲ در هوا و در همه موجودات زنده گیاهی و جانوری در یک زمان معین حدود $1/35 \times 10^{-12}$ می‌باشد و تقریباً ثابت است. کربن‌سازی گیاهان و موجودات زنده، پس از مرگ متوقف می‌شود و کربن ۱۴ آنها طی واپاشی با گسیل بتا، به نیتروژن تبدیل می‌شود. کربن ۱۴ نیمه، عمری معادل ۵۷۳۰ سال دارد.

با استفاده از فرمول:

$$^{14}_{6}C \longrightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$$

با استفاده از فرمول $\alpha = \alpha_0 \times 2^{-\frac{t}{T}}$ می‌توان پی به عمر یک فسیل یا عتیقه یا بقایای یک جسد برد.

$^{14}_{6}C$ و $^{40}_{19}K$ عناصر رادیواکتیوی هستند که در اندام‌های تمام موجودات تابش گسیل می‌کنند. کل ذخیره کربن ۱۴ کرهٔ زمین، مقدار ثابتی است که از مقایسه میزان کربن ۱۴ نمونه قدیمی و نمونه جدید می‌توان پی به عمر نمونه قدیمی برد.

واکنش هسته‌ای (Nuclear Reaction)

واکنش‌های هسته‌ای رایج عبارتند از آلفاگسیل، بتاگسیل، پوزیترون-گسیل، نوترون‌گسیل، الکترون‌قاپی، گامازا، شکافت هسته‌ای، هم جوشی هسته‌ای و ... واکنش‌های هسته‌ای و واکنش‌های شیمیایی متفاوتند. در واکنش‌های شیمیائی ماده‌ای خلق یا محو نمی‌شود تنها الکترون‌ها از یکی به دیگری انتقال می‌یابد و تنها تغییر در آرایش الکترونی بوجود می‌آید در واکنش‌های شیمیائی پایستگی جرم و پایستگی انرژی برقرار است، در حالی که در واکنش‌های هسته‌ای با تغییر در محتوای هسته و تغییر در عدد اتمی عنصر جدید خلق می-

شود. در واکنش هسته‌ای پایستگی جرم- انرژی برقرار است، یعنی جرم و انرژی قابل تبدیل به یکدیگرند، ولی در هر دو واکنش شیمیائی و هسته‌ای، تعداد نوکلئون‌ها و بار کل بدون تغییر باقی می‌ماند.

واکنش‌های هسته‌ای انرژی‌زا یا انرژی‌گیر هستند و مقدار انرژی آزاد شده یا جذب شده در هر واکنش هسته‌ای را انرژی واکنش می‌نامند، اگر M_A با M_B ترکیب شوند و M_C و M_D تولید شوند، Q انرژی واکنش از رابطه زیر بدست می‌آید که در آن C سرعت نور است:

$$Q=[(M_A+M_B)-(M_C+M_D)]C^{۲}$$

اگر هسته $^{A}_{Z}X$ با جرم M_X شکافته به ذرات تشکیل دهنده‌اش تبدیل شود. Q انرژی بستگی نوکلئون‌ها که در آن M_p و M_n به ترتیب جرم پروتون و نوترون می‌باشد و از رابطه:

$$Q=\left[M_x - ZM_p-(A-Z)M_n\right]C^{2}$$

بدست می‌آید. انرژی بستگی آزاد شده طی شکافت بصورت انرژی جنبشی پاره‌های شکافت و انرژی تابشی فوتون‌ها ظاهر می‌شود. تبدیل یک هسته سنگین به دو یا چند هسته سبک‌تر را، شکافت هسته‌ای و ترکیب دو یا چند هسته سبک و تبدیل آن به یک هسته سنگین را همجوشی هسته‌ای نامند. و از ترکیب ایزوتوپ‌های هیدروژن هلیوم بوجود می‌آید.

$$^{۲}_{۱}H+{}^{۳}_{۱}H\longrightarrow {}^{۴}_{۲}He+{}^{۱}_{۰}n$$

دو هسته با بار مثبت دو تریوم و تریتیوم دافع یکدیگرند و باید با چنان سرعتی به سمت هم پرتاب شوند تا نیروی جاذبه ضعیف هسته‌ای بر نیروی دافعه الکتریکی غلبه کند، در شلیک دوترون $^{۲}_{۱}H$ توسط سیکلوترون به سمت هدف، چون دوترون از یک پروتون و یک نوترون درست شده، با نزدیک شدن به هسته هدف، پروتون آن بوسیله هسته هدف دفع شده و نوترون آن جذب هسته هدف می‌شود و این نیز روشی است برای شتاب دادن نوترون در میدان‌های الکترومغناطیسی، در اثر برخورد یک نوترون کم انرژی به اورانیوم ۲۳۵، اورانیوم شکافته، به دو عنصر سبک‌تر و دو یا سه نوترون جدید پرسرعتی تبدیل می‌شود. اگر نوترونی را به سمت توده‌ای از اتمهای اورانیوم ۲۳۵ شلیک کنیم، یک واکنش زنجیره‌ای شکافت هسته‌ای بوجود می‌آید.

```
                          n + u
                 n + u⟨
                          n + u
        n + u⟨
                          n + u
                 n + u⟨
                          n + u
n + u⟨                              ....
                          n + u
                 n + u⟨
                          n + u
        n + u⟨
                          n + u
                 n + u⟨
                          n + u
```

اگر در هر شکافت دو نوترون جدید پدید آید، نوترون‌ها در اثر برخورد با کندکننده، کند می‌شوند و به نوبه خود در برخورد با هسته‌های دیگر اورانیوم ۲۳۵ هسته را می‌شکافند و بطور زنجیره‌ای ادامه می‌دهند و طی شکافت بیش از صد رادیوایزوتوپ تولید می‌شود. نوترون‌های شکافت دو میلیون الکترون‌ولت انرژی دارند که در اثر برخورد با کندکننده نوترون، انرژی‌شان به ۰/۰۲۵ الکترون ولت تنزل می‌یابد. در هر شکافت، دویست میلیون الکترون‌ولت انرژی آزاد می‌شود که ۹۳ درصد این انرژی بصورت انرژی جنبشی پاره‌های شکافت آزاد می‌شود که در اثر برخورد با اتم‌های مجاور، به گرما تبدیل می‌شود. و در اثر نفوذ پاره‌های شکافت به درون توده اورانیوم، توده منبسط می‌شود. پسماند شکافت اورانیوم ۲۳۵ یا سوخت هسته‌ای، حاوی مواد پرتوزائی چون پلوتونیوم، کریپتون، باریوم، روبیدیوم، سزیوم، زنون، استرانسیوم و ... می‌باشد. در برخورد نوترون سریع و پرسرعت با اورانیوم ۲۳۸، عنصر جدیدی به نام پلوتونیوم $^{۲۳۹}_{۹۴}PU$ تولید می شود که با گسیل آلفا به $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ تبدیل می شود.

$$^{۱}_{۰}n+{}^{۲۳۵}_{۹۲}U\longrightarrow {}^{۹۲}_{۳۶}Kr+{}^{۱۴۱}_{۵۶}Ba+۳{}^{۱}_{۰}n$$

$$^{۱}_{۰}n+{}^{۲۳۵}_{۹۲}U\longrightarrow {}^{۹۰}_{۳۷}Rb+{}^{۱۴۳}_{۵۵}Cs+۳{}^{۱}_{۰}n$$

$$^{۱}_{۰}n+{}^{۲۳۵}_{۹۲}U\longrightarrow {}^{۹۰}_{۳۸}Sr+{}^{۱۴۴}_{۵۴}Xe+۲{}^{۱}_{۰}n$$

$$^{۱}_{۰}n+{}^{۲۳۸}_{۹۲}U\longrightarrow {}^{۲۳۹}_{۹۴}Pu+۲{}^{۰}_{-۱}e$$

$$^{۲۳۹}_{۹۴}Pu\longrightarrow {}^{۴}_{۲}He+{}^{۲۳۵}_{۹۲}U$$

$$^{۲۳۸}_{۹۲}U\longrightarrow {}^{۴}_{۲}He+{}^{۲۳۴}_{۹۰}Th+{}^{۰}_{۰}\delta$$

اورانیوم (Uranium)

در سال ۱۷۸۹ مارتین کلاپروت آلمانی در معادن پیچ بلند (اکسید اورانیوم) پی به وجود عنصر پرتوزائی به نام اورانیوم برد که از قدیم به عنوان لعاب زرد رنگ سرامیک بکار برده می‌شد. ۹۹/۳درصد سنگ معدن اورانیوم ایزوتوپ $^{238}_{92}U$ و ۰/۷ درصد آن ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ می‌باشد. اورانیوم ایزوتوپ پایداری ندارد و رادیواکتیو می‌باشد و نباید استشمام یا خورده شود و یا از طریق زخم وارد بدن شود. $^{235}_{92}U$ در اثر برخورد با نوترون کم سرعت، به دو عنصر سبک‌تر و تعدادی نوترون و فوتون تبدیل می‌شود. و در فرآیند شکافت انرژی بستگی نوکلئون‌های هسته بصورت انرژی جنبشی پاره‌های شکافت و انرژی تابشی فوتون‌های گاما آزاد می‌شود.

قزاقستان، کانادا، استرالیا، روسیه، نامیبیا و آفریقای جنوبی از جمله تولیدکنندگان عمده اورانیوم جهان می‌باشند. اورانیوم بدون مجوز قانونی خرید و فروش نمی‌شود.

ایزوتوپ $^{238}_{92}U$ سه نوترون بیش از $^{235}_{92}U$ دارد و نیروی جاذبه هسته‌ای ضعیف بین نوکلئون‌ها، در آن بیش از نیروی دافعه پروتون هاست. ولی در $^{235}_{96}U$ برعکس است، و همین سبب شکافت $^{235}_{92}U$ بر اثر برخورد با نوترون‌های حرارتی می‌شود. واکنش زنجیره‌ای شکافت هسته‌ای در صورت فراوانی ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ ادامه می‌یابد، لذا باید با روش‌های فیزیکی از جمله نیروی گریز از مرکز آنقدر از ایزوتوپ $^{238}_{92}U$ برداریم تا درصد $^{235}_{92}U$ بالا رود. تهیه سوخت به منظور رآکتورهای قدرت هسته‌ای، نیاز به $^{235}_{92}U$ با غنای ۳ تا ۵ درصد دارد و به منظور رآکتورهای تحقیقاتی هسته‌ای نیاز به $^{235}_{92}U$ با غنای ۲۰درصد دارد و به منظور سوخت بمب‌های اتمی نیاز به $^{235}_{92}U$ با غنای بیش از ۹۰درصد دارد. به عمل جداسازی این دو ایزوتوپ و بالا بردن درصد غنای $^{235}_{92}U$ غنی‌سازی اورانیوم گویند.

هر هزار تن سنگ معدن اورانیوم، حدود ۴/۵ کیلوگرم اورانیوم خالص یا کیک زرد می‌دهد، که تنها ۰/۷درصد آن $^{235}_{92}U$ می‌باشد. چرا که سنگ‌معدن اورانیوم، حاوی رده‌هایی از سرب، بیسموت، توریوم، رادیوم، رادن، ارسنیک، پلوتونیوم، کادمیوم و نیکل می‌باشد. که از مشتقات واپاشی اورانیوم می‌باشند. سوخت اورانیوم از حبه‌های اورانیوم کوچک‌تر از یک بند انگشت درست شده که در امتداد طول لوله‌هایی عمودی به قطر یک سانتی‌متر و طول چهارمتر با روکش زیر کونیوم انباشته می‌شوند و هر حبه سوخت به مدت ۵ سال دوام می‌آورد. دمای ذوب اورانیوم ۱۱۳۲ درجه سلسیوس می‌باشد و به اندازه کافی فشرده نمی‌باشد، لذا واکنش زنجیره‌ای غیرقابل کنترلی به وقوع نمی‌پیوندد. نام های اورانیوم، نپتونیوم و پلوتونیوم با اعداد اتمی ۹۲، ۹۳ و ۹۴ برگرفته از نام های سیارات اورانوس، نپتون و پلوتون از سیارات منظومه شمسی، که فاصله آنها از خورشید با این اعداد متناظر است.

غنی سازی اورانیوم (Uranium Enrichment)

سنگ معدن اورانیوم، قبل از اینکه در یک رآکتور به عنوان سوخت مورد استفاده قرار گیرد، بایستی ابتدا با دینامیت و انفجار از معدن استخراج و سپس با آسیاب به قطعات هم اندازه کوچک خرد شود و پس از شستن با آب، در تانکرهای بخصوصی در اسید حل شود تا با روش‌های شیمیائی از برخی ناخالصی‌ها پاک شود و به ماده زرد رنگی تبدیل شود، که به آن کیک زرد می‌گویند. کیک زرد، طی فرآیندهای پیچیده‌ای با گاز فلوئور ترکیب شده تا در نهایت به هگزا فلوراید اورانیوم UF_6 تبدیل شود، که ماده سفید رنگی است. فلوئور تنها یک ایزوتوپ پایدار $^{19}_{9}F$ دارد. و همچنین می‌تواند سبب جداسازی ایزوتوپ‌های اورانیوم شود. چرا که، اختلاف جرم ذرات، ناشی از اختلاف جرم ایزوتوپ‌های اورانیوم می‌باشد نه فلوئور. UF_6 در دمای ۵۶ درجه و فشار جو، به حالت گازی در می‌آید و آماده تزریق به سانتریفیوژ می‌شود. ایزوتوپ‌های گازی UF_6 را در آبشارهایی متشکل از استوانه‌های مجهز به روتور تزریق می‌کنند و با دور زیاد می چرخانند. قطر هر روتور ۲۰ سانتی‌متر و طول آن دو متر است. و با سرعتی بالغ بر ۱۵۰۰ دور در ثانیه می‌چرخد. نیروی گریز از مرکز، مولکول‌های سنگین‌تر UF_6 را که دارای اتم $^{238}_{92}U$ می‌باشند، به سمت جداره استوانه از محور دوران دور می‌کند تا در اثر برخورد با جداره نیروی جانب به مرکز لازم را برای پیروی از حرکت دورانی از جداره دریافت کنند و این مولکول‌ها تحت تأثیر نیروهای وزن و عکس العمل جداره می‌چرخند و رسوب می‌کنند و مولکول‌های سبک تر UF_6 که دارای اتم $^{235}_{92}U$ می‌باشند، درون سیالی از مولکول‌های $^{238}_{92}U$ شناورند و تحت تأثیر برآیند نیروهای وزن و شناوری (ارشمیدس) از دوران پیروی می‌کنند و حول محور دوران می‌چرخند. سطح آزاد مایع چرخان UF_6 بر اثر دوران تقعری سهموی پیدا می‌کند. چنانکه نیروی وزن مولکول‌های $^{235}_{92}U$ در راستای قائم و نیروی شناوری عمود بر سطح آزاد سهموی اعمال می‌شود، سطح آزاد مایع به اندازه φ از سطح افق منحرف می‌شود و مولکول‌های $^{235}_{92}U$ در فاصله r تا محور روتور، حول محور با فرکانس ω می‌چرخند.

F: نیروی شناوری $F=\frac{mg}{\cos\varphi}$ که m جرم هگزافلوراید $^{235}_{92}U$ می باشد.

$tg\phi=\frac{r\omega^2}{g}$ مولکول‌های سبک‌تر $^{235}_{92}U$ در مجاورت محور سانتریفیوژ به سانتریفیوژ دیگر هدایت می‌شوند. مولکول‌ها بر حسب اندازه، شکل، چگالی، چسبندگی و سرعت چرخش روتور با آهنگ متفاوتی جدا می‌شوند. و هر چه قطر استوانه سانتریفیوژ بزرگ‌تر باشد، آهنگ ته‌نشین $^{238}_{92}U$ بیشتر است. ایزوتوپ‌های اورانیوم را نه فقط به روش گریز ار مرکز، بلکه با روش انتشار گازی نیز می‌توان جدا کرد. در روش پخش گازی UF_6 تحت فشار از بین صدها دیافراگم یا غشای متخلخل می‌گذرد. مولکول‌های سبک‌تر، سریع‌تر از مولکول‌های سنگین‌تر از غشای متخلخل می‌گذرد و این دو ایزوتوپ بر اساس اختلاف سرعت عبور، از هم جدا می‌شوند.

برخورد (collicion)

اگر ذرات M_1 و M_2 با سرعت های $\vec{V}_1$ و $\vec{V}_2$ بهم برخورد کنند، متحمل نیروی عمل و عکس العمل شده و با سرعت‌های $\vec{V}'_1$ و $\vec{V}'_2$ یکدیگر را پس می‌زنند. در هر برخوردی پایستگی اندازه حرکت خطی برقرار است.

$$M_1\vec{V}_1+M_2\vec{V}_2=M_1\vec{V}'_1+M_2\vec{V}'_2$$

در اثر برخورد ،ذرات می‌جهند و قدر مطلق سرعت نسبی جدایش ذرات به سرعت نسبی رابش ذرات را ضریب جهندگی نامند.

$$\lambda=-\frac{\vec{V}'_2-\vec{V}'_1}{\vec{V}_2-\vec{V}_1}$$

در هر برخوردی پایستگی انرژی داریم و طی برخورد، بخشی از انرژی جنبشی ذرات به گرما تبدیل می‌شود.

$$\frac{1}{2}M_1V_1^2+\frac{1}{2}M_2V_2^2=\frac{1}{2}M_1V'^2_1+\frac{1}{2}M_2V'^2_2+Q$$

$$\vec{V}'_1=\frac{(M_1-\lambda M_2)\vec{V}_1+(1+\lambda)M_2\vec{V}_2}{(M_2+M_1)}$$

$$\vec{V}'_2=\frac{(M_2-\lambda M_1)\vec{V}_2+(1+\lambda)M_1\vec{V}_1}{(M_1+M_2)}$$

$$Q=\frac{(1-\lambda^2)M_1M_2}{2(M_1+M_2)}\times(\vec{V}_2-\vec{V}_1)^2$$

در برخورد الاستیک کامل ضریب جهندگی $\lambda=1$ و $Q=0$ است. و ذرات با همان سرعت نسبی که یکدیگر را می‌ربایند، با همان سرعت نسبی یکدیگر را می‌رانند. در برخورد غیرالاستیک کامل $\lambda=0$ و بیشترین اتلاف انرژی رخ می‌دهد و Q ماکزیمم است. که اگر دو ذره هم جرم باشند، $M_1=M_2$، ذرات پس از برخورد، هم سرعت می‌شوند و در هر برخورد، سرعت ذره نصف می‌شود و ذره در هر برخورد $\frac{3}{4}$ انرژی-اش را از دست می دهد.

$$\vec{V}^1_1=\vec{V}'_2=\frac{\vec{V}_1}{2}$$

نوترون‌های پرانرژی شکافت اورانیوم ۲۳۵ در برخورد با اتم‌های هیدروژن در هر برخورد $\frac{3}{4}$ انرژی‌اشان را از دست می‌دهند تا در حد اتم‌های هیدروژن کند شوند. به چنین نوترون‌هایی، نوترون حرارتی گویند. این نوترون ها در اثر برخورد انرژی‌اشان از دو میلیون الکترون ولت به ۰/۰۲۵ الکترون ولت کاهش می یابد.

رآکتور هسته‌ای (Nuclear Reactor)

رآکتور یعنی واکنشگر؛ یک پیل اتمی است که واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای خود نگهداری را کنترل می‌کند، تا انرژی بستگی نوکلئون‌های هسته را آزاد کرده، به گرما تبدیل کند. سوخت رآکتور هسته‌ای مواد شکافت پذیری چون $^{235}_{92}U$ با غنای ۵-۳ درصد یا $^{239}_{94}Pu$ می‌باشد. حداقل ماده شکافت‌پذیری که لازم است تا پروسه شکافت زنجیره‌ای

حفظ شود، جرم بحرانی نامیده می‌شود. سوخت رآکتور حاوی خوشه‌های متشکل از صد میله با لعاب زیر کونیوم به قطر یک سانتی‌متر و طولی معادل چهار متر می‌باشد که با حبه‌های اورانیوم غنی شده پر می‌شود.

یک چشمه نوترون رادیوایزوتوپی نظیر پلونیوم $^{210}_{84}Po$ با نیمه عمری ۱۳۸ روزه که نوترون‌هایی را به سمت سوخت شلیک می‌کند و نوترون شلیک شده پرسرعت بوده، در برخورد با کندکننده نوترون که عمدتاً آب می‌باشد، کند می‌شود. نوترون در برخورد با اتم‌های هیدروژن مولکول‌های آب، در برخورد غیرکشسان انرژی‌اش را از دست داده، به نوترون حرارتی تبدیل می‌شود، نوترون کند شده در برخورد با هسته $^{235}_{92}U$، هسته را شکافته نه فقط پاره های شکافت را پرتاب می‌کند، بلکه دو تا سه نوترون پرسرعت با انرژی دو میلیون الکترون ولت آزاد می‌کند و این نوترون‌ها به نوبه خود کند شده، با اتم‌های دیگر $^{235}_{92}U$ شکافت می‌کنند. و این پروسه شکافت بطور زنجیره‌ای ادامه می‌یابد. قلب رآکتور تا دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس داغ می‌شود، قلب رآکتور با آب احاطه شده و آب در دمای صد درجه به جوش می‌آید و آب نه فقط به عنوان کندکننده نوترون بلکه به عنوان خنک کننده قلب رآکتور گرمای قلب رآکتور را به بیرون انتقال می‌دهد تا قلب رآکتور ذوب نشود. آب بخاطر فراوانی و ظرفیت گرمایی بالا و اتم‌های هیدروژن آن، مایع مناسبی می‌باشد. آب را تحت فشار بالا قرار می‌دهند تا بلکه در دمای ۳۰۰ درجه بجوش نیاید و آن را به بیرون پمپ می‌کنند. این گرما یا مستقیماً به توربین بخار هدایت می‌شود یا به مدار ثانویه‌ای با مایع کاری آبی دیگر انتقال داده می‌شود تا بنوبه خود مدار ثانویه به توربین هدایت شود. اگر واکنش زنجیره‌ای شکافت، هسته‌ای بطور تصاعدی ادامه یابد، انرژی هسته‌ای آزاد شده غیرقابل کنترل می‌شود. لذا با جذب نوترون‌های اضافی توسط موادی نظیر بور، کادمیوم، نقره، ایندیوم، در هر شکافت تنها به یک نوترون اجازه واکنش شکافت می‌دهند تا با آهنگ ثابتی انرژی آزاد شود. لذا در هر رآکتور علاوه بر میله‌های سوخت، کندکننده نوترون و خنک کننده قلب رآکتور به میله‌های کنترل نیاز است. که در لابه لای میله‌های سوخت قرار می‌گیرد تا بلکه سرعت واکنش هسته‌ای شکافت را کنترل کرده و این میله‌ها به وقت خاموش کردن رآکتور، به درون سوخت فرود می‌آیند و به وقت روشن کردن، از درون سوخت خارج می‌شوند. جداره قلب رآکتور با لایه نازکی از ماده چگال نظیر کربید تنگستن یا با اورانیوم تهی شده از $^{235}_{92}U$ می‌پوشانند تا به عنوان بازتابنده نوترون از فرار نوترون های فراری جلوگیری کنند. رآکتور هسته‌ای حاوی پسماندهای رادیواکتیو بسیار خطرناکی است، لذا این محیط را با فولاد و سرب و بتن از محیط بیرون جدا می‌کنند تا از نشت مواد رادیواکتیو و پرتوهای خطرناک به بیرون جلوگیری کنند، پسماند سوخت نیمه عمری از میلی‌ثانیه تا دویست‌هزار سال دارند و نگهداری از آن یک معضل اساسی است. نوترون‌های شکافت اگر کند نشوند و جذب میله کنترل هم نشوند و از راکتور هم فرار نکنند، با جذب به $^{238}_{92}U$ به $^{239}_{94}Pu$ تبدیل می شوند و پلوتونیوم به نوبه خود با گسیل آلفا $^{4}_{2}He$ به $^{235}_{92}U$ تبدیل می‌شود. رآکتورها هر ۵ سال سوخت‌گیری می‌کنند و هر دو سال، برخی از میله‌های سوخت جابجا یا تعویض می‌شوند. و رآکتور را چنان طراحی می‌کنند تا حدود ۵۰ سال کار کند. اگر سیستم خنک‌کننده از کار بیافتد، رآکتور ذوب می‌شود. رآکتور هسته‌ای انواع مختلفی دارند، اما همه در چند ویژگی مشترک‌اند. همه رآکتورها، بر اساس شکافت هسته‌ای عمل می‌کنند. سوخت همه رآکتورها متشکل از میله‌هایی پر شده از حبه $^{235}_{92}U$ با غنای ۵-۳ درصد می‌باشد. همه رآکتورها، به خنک‌کننده نیاز دارند و همه حاوی میله‌های کنترل می‌باشند. همه رآکتورها حفاظ-های ایمنی از جنس فولاد و سرب و بتن دارند و همه به محفظه تحت فشار و توربین نیاز دارند. در هیچیک از رآکتورهای هسته‌ای، سوختی نمی‌سوزد. گاز کربنیکی گسیل نمی‌شود. اگزوز و دودکشی نصب نمی‌شود و از برج آن بخار آب متصاعد می‌شود. برخی از رآکتورهای هسته‌ای با سوخت $^{235}_{92}U$ و آب سبک کار می‌کنند و به کندکننده نوترون نیاز دارند. و برخی نیز، با سوخت $^{238}_{92}U$ و آب سنگین کار می‌کنند. و به کندکننده نوترون نیازی ندارند. رآکتورهای آب سبک LWR، عمدتاً از نوع رآکتور آب تحت فشار PWR یا رآکتور آب جوش BWR می‌باشند. که اولی دو مدار انتقال گرما و دومی یک مدار انتقال گرما دارد. و رآکتور آب سنگین تحت فشار PHWR عمدتاً با اورانیوم طبیعی و خنک کننده آب سنگین کار می‌کند. که چنین رآکتورهایی در کانادا طراحی می‌شوند و کندو نامیده می‌شوند. CANDU در این رآکتورها، نیازی به کند شدن نوترون نیست، و در اثر برخورد نوترون سریع به $^{238}_{92}U$، پلوتونیوم $^{239}_{94}U$ تولید می‌شود. لذا بسته به اینکه اورانیوم غنی‌سازی شود یا آب غنی‌سازی شود، دو نوع رآکتور طراحی می‌شود. رآکتورهایی که با سوخت اورانیوم طبیعی و خنک کننده آب سنگین کار می‌کنند، رآکتور زاینده سریع FBR نامیده می‌شوند.

ژاپن بزرگ‌ترین نیروگاه هسته‌ای جهان، بالغ بر ظرفیت ۸۰۰۰ مگاوات از نوع BWR را دارد. در رآکتورهای BWR آب در قلب رآکتور به جوش می‌آید و به بخار تبدیل می‌شود. و در غیاب هیچ ژنراتور بخاری پس از

عبور از یک سری فیلتر به توربین هدایت می‌شود. و پس از سرد شدن به چگالنده رفته و به قلب رآکتور پمپ می‌شود. اگر نیروگاه مجاور دریا یا دریاچه یا رودخانه باشد، بخار توربین در لوله‌هایی در مجاورت آب سرد دریا، سرد شده، به رآکتور پمپ می‌شوند. رآکتور BWR به یک سیستم اضطراری خنک کننده نیاز دارد. رآکتور BWR هر چند در دما و فشار پائین‌تری از PWR کار می‌کند، و راندمان ترمودینامیکی کمتری دارد، ولی BWR راحت‌تر از PWR کنترل می‌شود.

رآکتورهای نسل اول از سال ۱۹۴۵، پس از جنگ جهانی دوم، به عنوان نیروی محرکه کشتی‌رانی در زیردریائی‌ها، یخ شکن‌ها و ناوهای هواپیمابر بکار برده می‌شد. رآکتورهای نسل دوم، از ۱۹۶۰ رآکتورهای هسته‌ای قدرت تجاری نامیده می‌شدند. و نیروی انسانی در کنترل آن دخیل بود. رآکتورهای نسل سوم از ۱۹۹۰ طراحی شدند تا در غیاب نیروی انسانی ایمن باشند . PWR از نوع نسل سومی است که در صورت قطع برق، میله‌های کنترل بر اثر جاذبه به درون قلب سقوط می‌کند و مجهز به مجموعه‌ای از مخازن مکانیکی پر از مواد خنک‌کننده گرانشی است، که در ناحیه فوقانی محفظه تحت فشار تعبیه شده؛ رآکتورهای نسل چهارم، اوائل قرن ۲۱ طراحی شدند؛ بگونه‌ای که، ایمن‌تر، اقتصادی‌تر و حاوی پسماند کمتری باشند. تنها هشت کشور، به غنی سازی تجاری اورانیوم می‌پردازند. و بقیه کشورها، سوخت مورد نیاز خود را از بانک جهانی سوخت تأمین می‌کنند.

رآکتورهای تحقیقاتی کارخانه تولید نوترون هستند و در دماهای بائین-تری کار می‌کنند. سوخت آن‌ها $^{235}_{92}U$ با غنای ۲۰٪ است و رادیوایزوتوپ‌های مورد نیاز پزشکی، صنعت و کشاورزی را تأمین می‌کنند.

عکسبرداری به روش پوزیترون گسیل PET

با توجه به اینکه برخی از عناصر طبیعی در نواحی بخصوصی از بدن جمع می‌شوند، گلوکز رنگی حاوی ردیاب‌های رادیواکتیو پوزیترون‌گسیل با نیمه عمر کوتاه را به بیمار می‌خورانند یا در سیاهرگ بیمار تزریق می-کنند و یا بیمار را وادار به استنشاق آن می‌کنند. رادیودارو در بدن می-چرخد و توسط بافت‌های بخصوصی جذب می‌شود. مثلاً ید در تیروئید، فسفر در استخوان، پتاسیم در ماهیچه جمع می‌شود. با توجه به اینکه نواحی غیرعادی نظیر نواحی عفونت‌زا، ورم‌های خوش‌خیم، التهاب، آبسه و تومرهای سرطانی فعالیت شیمیایی و سوخت و ساز بیشتری دارند و شکر بیشتری مصرف می‌کنند. با روش PET می‌توان جذب قند و اکسیژن بافتی که مصرف بالاتری دارد، شناسایی کرد. PET در مقیاس سلولی اطلاع رسانی می‌کند و تحلیلی کیفی از ناحیه مورد مطالعه عرضه می-کند، ردّیاب رادیواکتیو در ناحیه مورد نظر پوزیترون گسیل می‌کند.

$^{0}_{+1}e$ و پوزیترون‌های گسیل شده با الکترون‌های $^{0}_{-1}e$ اتم‌های بافت خنثی شده، طی فرآیند محو جرم دو فوتون گاما گسیل می‌کند. اسکنر PET حاوی دوربین بخصوصی است که پرتوهای $^{0}_{+1}e+^{0}_{-1}e\longleftarrow{}^{0}_{0}\delta$ گاما را دریافت کرده و پرتوهای گاما در برخورد با کریستال‌هایی، طی فرآیند فتوالکتریک، به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شوند و به کمک یک کامپیوتر به نقشه و تصویر در می‌آیند.

PET در مقیاس سلولی اطلاع رسانی می‌کند، در حالی که MRI و CT اسکن تنها به شناسایی تغییرات آناتومیک و ارگان‌های بخصوصی در بدن می‌پردازند. با روش PET می‌توان پی به علائم اولیه بروز بیماری برد، قبل از اینکه تغییرات آناتومی آن آشکار شود.

رادیوایزوتوپ‌های متداول در اسکن PET، $^{15}_{8}O$ و $^{18}_{9}F$، $^{11}_{6}C$ و $^{13}_{7}N$ می‌باشد. و این رادیوایزوتوپ‌ها بطور مصنوعی با بمباران نوترونی عناصر پایدار در رآکتور هسته‌ای تحقیقاتی یا در شتاب دهنده‌ها تولید می‌شوند و نیمه عمر کوتاهی دارند و بزودی از بدن پاک می‌شوند.

سلول‌های سرطانی و تومورهای بدخیم چون سرعت تکثیر بالاتری دارند، لذا سرعت متابولیسم بالاتری خواهند داشت، و اسکن PET می‌تواند میزان سوخت و سوز غیرعادی را تشخیص دهد.

$$^{11}_{6}C\longrightarrow{}^{0}_{+1}e+{}^{11}_{5}B$$

$$^{18}_{9}F\longrightarrow{}^{0}_{+1}e+{}^{18}_{8}O$$

دودسنج (Smoke detector)

عنصر پرتوزای آلفاگسیلی نظیر آمریسیوم $^{243}_{95}Am$ عنصر سنگین پرتوزائی است که بطور ثابت آلفا و گاما ساطع می کند. یک قطعه کوچک از این عنصر را در اطاقک یونیزاسیون قرار می‌دهند. با گسیل ذرات آلفا $^{4}_{2}He$ مولکول‌های هوا یونیزه می‌شوند. یون‌های مثبت و الکترون‌های حاصل بین دو الکترود، در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، درست شبیه ترمینال یک باطری و یک جریان الکتریکی بین دو الکترود برقرار می‌شود. اگر آتش سوزی شود، یا دودی به درون اتاقک راه یابد، مدارک الکتریکی را قطع می‌کنند و همین سبب به صدا درآمدن آژیر خطر می‌شود.

تکنولوژی هسته ای ایران:

برنامه هسته‌ای ایران، از سال ۱۹۵۰ آغاز شد. و ایران در سال ۱۹۵۸ به عضویت IAEA درآمد. و آمریکا در سال ۱۹۶۷، یک نیروگاه هسته‌ای تحقیقاتی پنج مگاواتی با سوخت $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ با غنای ۹۳ درصد را در دانشگاه تهران احداث کرد. ایران در سال ۱۹۶۸ پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای NPT را امضاء کرد. رآکتور تحقیقاتی تهران، رادیوایزوتوپ مورد نیاز پزشکی، صنعتی و کشاورزی را مهیا می‌کرد. در سال ۱۹۷۴، ایران قرارداد بیست ساله ساخت چندین رآکتور هسته‌ای قدرت معادل ۲۳ هزار مگاوات را با اروپا و آمریکا به امضاء رساند. و شرکت زیمنس آلمان ساخت دو رآکتور ۱۲۰۰ مگا واتی را از ۱۹۷۴ در بوشهر، و فرانسوی‌ها، ساخت دو رآکتور ۹۰۰ مگاواتی را در دارخوین اهواز شروع به ساخت کردند. و ایران یک میلیارد دلار در تأسیسات غنی‌سازی اورانیوم فرانسه، سرمایه‌گذاری کرد و ده درصد از سهام این تأسیسات را خرید و ۱۵ درصد معدن اورانیوم نامیبیا را خرید و مرکز تحقیقات هسته‌ای اصفهان را شروع به ساخت کرد. در آن زمان، ابزار و اندیشه هماهنگی لازم را نداشت و دستاوردهای مدرنیته و نوگرائی و روشنگری را نوسازی می‌دیدند و چشم و گوش مردم به روی اولویت‌ها باز نبود. و بجای بسیج نیروی کار، نفت می‌دادند، تکنولوژی می‌خریدند. جنگ سردی بین دو بلوک غرب و شرق به سرکردگی آمریکا و شوروی حکمفرما بود. تعدادی از کشورها مورد حمایت آمریکا و تعدادی دیگر، مورد حمایت شوروی بودند و کشور ایران عمدتاً به غرب وابسته بود، و از حمایت غرب برخوردار بود. فضای روشنفکری جامعه، عمدتاً چپ‌گرایانه بود و سمت و سوی غرب‌گریزی و آمریکا و اسرائیل و پول و پولدارستیزی داشت. و سیاست-های استقلال طلبانه، خودکفایانه و چهاردیواری اختیاری تبلیغ می‌شد. و چپ‌گرایان به کوبائی کردن ایران می‌اندیشیدند و به سرمایه‌داری دولتی شوروی اعتبار می‌دادند.

مشروطه‌خواهان که عمدتاً مصدقی‌ها بودند، استبداد و دیکتاتوری و فرمان‌های ملوکانه را به چالش می‌گرفتند و مشروعه‌خواهان با کشف حجاب، و حق رأی زنان، حضور زنان در عرصه‌های اجتماعی و سیاسی، اصلاحات ارضی و مصونیت قضائی اتباع خارجی مخالفت می‌کردند. و بر طبل شریعت‌مداری می‌کوبیدند و ملکه که سال‌ها تاج گذاری کرده بود، ولی طعم سلطنت را نچشیده بود، به نوبه خود، یارگیری می‌کرد. و روستائیان محروم از طرح بنه (بذر,آب , ماشین‌آلات) از کشاورزی دست کشیده، به فعله‌گی و کارگری روی آوردند و راهی شهرها شدند و در حاشیه شهرها در حلبی آبادها، سکنی گزیدند و به قشری ناراضی تبدیل شدند. شاه سرطان داشت و غرب از مرگ زود هنگام او با خبر بود. و از واگذار کردن اختیارات خود به شورای سلطنت امتناع می‌کرد. شاه به مجیز گوئی اطرافیان خود اعتبار می‌داد و اجازه می‌داد تا وزرا، وکلا، امرا، سفرا در پیشگاهش تا زانو خم شوند و دست و پایش را ببوسند و از اعتبارش کم می‌شد. در فضای جنگ سرد بین دو بلوک قدرت شاه در آستانه مرگ بود و بحران جانشینی داشت و غرب به امید اینکه ایران به دام شوروی نیفتد، دست از حمایت از شاه کشید و حتی از مداوای او امتناع کرد. شاه بی‌دفاع شد و در سال ۱۹۷۹ در ایران انقلابی بوقوع پیوست و مشروعه‌خواهان به قدرت رسیدند. سفارت آمریکا را تسخیر و کارکنانش را به گروگان گرفتند. در سال ۱۹۸۰، جنگی بین ایران و عراق درگرفت و جنگ به مدت هشت سال بطول انجامید و خسارات جانی و مالی بسیار به بار آورد و ساختمان نیمه کاره رآکتورهسته‌ای بوشهر دو بار توسط عراق بمباران شد. فرماندهان جنگ معتقد بودند که اگر ایران بمب اتمی می‌داشت، از گزند دشمنان خارجی در امان می‌بود. در سال ۱۹۸۷ ایران با شبکه هسته‌ایی عبدالغدیر خان پاکستانی ارتباط برقرار کرد و پروژه غنی‌سازی اورانیوم را از این شبکه خریداری کرد. و این شبکه پروژه‌های مشابهی را به لیبی و کره شمالی فروخته بود، و ایران به کمک کارشناسان پاکستانی در نطنز از توابع اصفهان شروع به مونتاژ سانتریفیوژهای نوع پاکستانی کرد. جنگ ایران و عراق در سال ۱۹۸۹ به پایان رسید. در سال ۱۹۹۰ ایران با چین قراردادی در رابطه با تربیت پرسنل هسته‌ای به امضاء رساند و دو تن مشتقات اورانیوم از چین وارد کرد و به کمک چین تأسیسات فرآوری اورانیوم UCF متشکل از چهار رآکتور تبدیل کیک زرد به هگزا فلوراید اورانیوم $UF_۶$ را به اتمام رساند و چین یک تأسیسات آسیاب اورانیوم و تکنولوژی استخراج اورانیوم را در ساغند و اردکان یزد تأسیس کرد و متعهد شد تا یک رآکتور مینیاتوری ۲۷ کیلوواتی منبع نوترون به ایران بدهد. در سال ۱۹۹۱، اتحاد جماهیر شوروی فرو ریخت و سرمایه‌داری دولتی رنگ باخت و حکومت‌های تحت حمایت شوروی بی‌دفاع شدند. و یکی پس از دیگری فرو پاشیدند و در این خلاء قدرت اسلام سیاسی از نوع بنیادگرایانه اخوان المسلیمن، القاعده، طالبان، بوکوحرام، الشباب، النصره، داعش و ... پدیدار شد. و یکی از متغیرهای معادلات منطقه‌ای شد.

در سال ۱۹۹۳ کارشناسان هسته‌ای آرژانتین مبادرت به ایجاد تغییراتی در رآکتور تحقیقاتی تهران کردند، تا بلکه بجای سوخت $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ با غنای ۹۳درصد با سوخت با غنای ۲۰درصد کار کند و آرژانتین ۱۱۵ کیلوگرم سوخت مورد نیاز این رآکتور را تأمین کرد. در سال ۱۹۹۴ بمبی در مرکز همیاری یهودیان آرژانتین در بوینس آیرس منفجر شد و جان صدها نفر را گرفت. گروه‌های پارتیزانی نیابتی ایران در منطقه در مظان اتهام بمب‌گذاری قرار گرفتند و قاضی پیگیر پرونده، ترور شد و به

همکاری هسته‌ای آرژانتین با ایران خاتمه داد. در سال ۱۹۹۵ ، ایران با کمک روسیه، مبادرت به ساخت تأسیسات تولید آب سنگین و رآکتور آب سنگین در اراک کرد و روسیه در دل کوهی در روستای فردو در قم، مبادرت به ساخت تأسیسات فرآوری سوخت هسته‌ای، متشکل از ۱۶ آبشار حاوی ۳۰۰۰ سانتریفیوژ کرد، تا $^{235}_{92}U$ با غنای ۲۰ درصد تولید کند و روسیه قرارداد تکمیل رآکتور ناتمام بوشهر را امضاء کرد. و ایران قراردادهای مشابهی در حوزه‌های موشکی، فضائی و هسته‌ای با چین و روسیه به امضاء رساند. ایران بالغ بر بیست هزار سانتریفیوژ پاکستانی را به کمک کارشناسان پاکستانی مونتاژ کرد که با دستیابی به موتورهای با دور زیاد، عملاً این سانتریفیوژها بی مصرف بودند. فعالیت های هسته‌ای ایران عمدتاً محرمانه و مخفیانه و از دید IAEA پنهان بود و ایران با مخفی کاری توانست، به فن آوری غنی‌سازی اورانیوم و توسعه موشک‌های بالستیک دست یابد. ایران نظیر برزیل، ژاپن و آلمان که بازندگان جنگ جهانی دوم بودند، می‌توانست تحت نظارت IAEA قانوناً به تکنولوژی هسته‌ای صلح آمیز دست یابد، بی‌آنکه به مخفی‌کاری روی آورد. تصاویر ماهواره‌ای، کنجکاوی جاسوسان اسرائیلی و افشاگری‌های مخالفان نظام، و پیدا شدن آثار اورانیوم با غنای ۲۰ درصد در سانتریفیوژهای پاکستانی، پرده از فعالیت‌های محرمانه هسته‌ای ایران برداشت. و اعتماد IAEA از ایران سلب شد و جامعه جهانی علیه سیاست‌های هسته‌ای، موشکی، منطقه‌ای و حقوق بشری ایران برانگیخته شد. و فضای ایران‌هراسی در منطقه به بازار فروش کمپانی‌های تسلیحاتی رونق داد. IAEA به منظور راستی آزمائی، ایران را مکلف به شفافیت، پرده برداری، پذیرش پروتکل الحاقی و صدور مجوز ورود سر زده بازرسان IAEA به ایران کرد. و تقاضای نصب دوربین در سایت‌های هسته‌ای و مصاحبه و ملاقات با دست اندرکاران هسته‌ای ایران کرد. ایران در راستی آزمایی، نتوانست اعتماد IAEA را جلب کند و IAEA پرونده هسته‌ای ایران را به شورای امنیت فرستاد و جامعه جهانی را علیه سیاست‌های هسته‌ای، منطقه‌ای، موشکی و حقوق بشری ایران برانگیخت و تحریم‌های کمرشکنی اعم از اقتصادی و سیاسی، علیه ایران وضع شد. ایران در قرارداد برجام، سانتریفیوژهای بی مصرف خود را داد و پول‌های بلوکه شده خود را آزاد کرد . ایران رغبت مذاکره مجدد با غرب را ندارد، چرا که برطرف کردن دغدغه‌های غرب و منطقه را، منوط به تغییر خط مشی هسته‌ای، موشکی، منطقه‌ای و حقوق بشری خود می‌داند و با گزارش‌های سفسطه آمیز و چه بسا مغلطه آمیز و دور زدن تحریم‌ها و پذیرش انزوای سیاسی به سیاست‌های خود کما فی‌السابق ادامه می‌دهد. از طرفی قرارداد برجام، دغدغه‌های غرب و منطقه را برطرف نمی‌کند، دور از انتظار نیست که از دامنه تنش کم نشود.

زندگینامه دو تن از دانشمندان ایرانی

الف -بیرونی: ابوریحان محمدبن احمد بیرونی در ۹۷۳ در خوارزم(خیوه) زاده شد ، مدتی را در هند گذراند ،در ۱۰۴۸ احتمالاً در غزنه از شهرهای سجستان (افغانستان) درگذشت ،او ایرانی نژاد و شیعی متولد شد ،مذهبش با تمایلات لاادریه تعدیل گردید ، احساسات ملی و ضد عربی‌اش تا آخر بسیار نیرومند بود . سیاح، فیلسوف ،ریاضی‌دان، منجم ، جغرافی‌دان ، جامع‌العلوم . از بزرگترین دانشمندان اسلام و روی‌هم رفته یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان همه اعصار ، روح نقاد ، سعه‌صدر ، عشق به حقیقت و جسارت فکری‌اش تقریباً در قرون وسطی بی‌نظیر بود. او اظهار کرد عبارت «الله اعلم » جهالت را موجّه نمی‌سازد.

کتاب‌هائی در موضوعات جغرافیائی، ریاضی و نجوم به زبان عربی نوشت . مهمترین آثارش عبارتند از ۱) کتاب الاثارالباقیه عن القرون‌الخالیهٔ ، که در سال ۱۰۰۰ تألیف شده و بیشتر مربوط به تقویم و گاه‌شناسی ملل مختلف ، ۲) تحقیق ماللهند، که در حدود ۱۰۳۰ در غزنه تألیف شده ، ۳) دایره المعارف نجومی موسوم به القانون المسعودی که در ۱۰۳۰ به سلطان مسعود غزنوی تقدیم شده ۴) التفهیم فی اوائل صناعه‌التنجیم ، برگزیده‌ای در ریاضیات، نجوم، و علم احکام نجوم . توصیف او از هند برهمائی بر اساس مطالعه عمیق این سرزمین و مردمش بود. او با فلسفه هندی، مخصوصاً با بهاگاوادگیتا آشنائی یافته بود. آثار متعددی از سانسکریتی به عربی ترجمه کرد(از جمله دو اثر واراها میهیرا) و از طرف دیگر معارف اسلامی را به هند انتقال داد .

او شرح دقیقی از ارقام هندی عرضه کرد (بهترین گزارش قرون وسطائی را) تصاعد هندسی خانه‌های شطرنج به عدد زیر منجر می‌شود :

$۱۰^{۱۶} - ۱ = ۱۸,۴۴۶,۷۴۴,۰۷۳,۷۰۹,۵۵۱,۶۱۹$ تثلیث زاویه و مسائل دیگری که فقط با خط‌کش و پرگار قابل حل نیست (مسائل بیرونی) . تسهیل تسطیح کره، مشابه آنچه برای اولین بار به وسیله گ،ب،نیکولاسی دی پاترنو در ۱۶۶۰ انتشار یافت.

تعیین دقیق عرض‌های جغرافیائی ، تعیین طول‌های جغرافیائی ،اندازه‌گیری‌های زمین‌سنجی. بیرونی دربارهٔ این که زمین به گرد خودش می‌چرخد یا نه بحث کرده بدون این‌که به نتیجه مشخص برسد.

تحقیق در وزن مخصوص، تعیین چگالی مخصوص ۱۸ سنگ و فلز قیمتی با دقتی چشم‌گیر، سرعت نور در مقایسه با صوت بسیار زیاد است . نحوه کار چشمه‌ها و چاه‌های آرتزین به وسیلهٔ اصل تعادل مایعات در ظروف مرتبط بیان شده است.

توصیف اقسام مختلف عجیب‌الخلقه‌ها ، از جمله آنچه که امروز به آن‌ها دوقلوهای سیامی می‌گوئیم. گل‌ها، ۳،۴،۵،۶ یا ۱۸ گلبرگ دارند و نه هرگز ۷ یا ۹ گلبرگ، درهٔ سند را باید بستر یک دریای قدیمی دانست که با مواد رسوبی پر شده است .

ابن سینا : ابوعلی حسین بن عبدالله سینا در ۹۸۰ در افشنه نزدیک بخارا زاده شد، در ۱۰۳۷ در همدان درگذشت. جامع‌العلوم، فیلسوف، طبیب، ریاضی‌دان،

منجم، پرآوازه‌ترین دانشمند اسلام و یکی از مشهورترین دانشمندان همه ملت‌ها، اعصار، کسی که می‌توان گفت فکرش مظهر اوج فلسفهٔ قرون وسطی است. او آثار زیادی به شعر و نثر نوشت که اغلب به زبان عربی است و چندتائی به زبان فارسی، دائره‌المعارف فلسفی‌اش به نام کتاب شفا مطابق طبقه‌بندی زیر است : حکمت نظری(که خود به طبیعیات، ریاضیات، و مابعدالطبیعه تقسیم شده ، و هر یک از این شعبات هم خود به چند شعبه شده) حکمت عملی (شامل اخلاق، باغداری، سیاست مُدُن) فلسفهٔ او بطور کلی مبین سنت ارسطوئی به صورتی است که بر اثر تأثیرات نوافلاطونی و کلام اسلامی، تعدیل شده ، از میان آثار متعدد فلسفی‌اش باید ذکری هم از کتاب الاشارات و التنبیهات بکنیم که رساله‌ای است در منطق، از آنجا که ابن سینا عقاید خود را در هر مورد بسیار صریح، بسیار مؤکد . عموماً بیش از یکبار اظهار می‌کند افکارش با صحت زیاد درک می‌شود یا به هرحال می‌توان درک کرد.

آثار مهم طبی او عبارت است از قانون و رساله‌ای در ادویهٔ قلبیه (که تا کنون چاپ نشده) قانون فی‌الطب، دائره‌المعارف عظیمی است (قریب یک میلیون کلمه) که همه معارف قدیمی و اسلامی را گردآورده. ابن سینا که از بسیاری جهات شبیه جالینوس بود تا حدی طبقه‌بندی جالینوس را تعالی بحشید(مثلاً ۱۵ کیفیت درد را از هم تمیز داد) قانون بخاطر کمال صُوَری و ارزش ذاتی‌اش، الحاوی رازی، الملکی علی ابن عباس، و حتی آثار جالینوس را تحت شعاع قرار داد و تا شش قرن در رأس قرار گرفت. گرچه همین توفیق ابن سینا در مقام یک دائره‌المعارف نویس موجب شد تا ملاحظات عالی او در برابر آن‌ها کم‌بها جلوه کند. با این حال قانون حاوی نمونه‌های زیادی از ملاحظات عالی است- تمیز ذات‌الجنب و التهاب میان سینه، خاصیت سرایت پذیری سل، انتشار بیماری‌ها بوسیله آب و خاک، توصیف دقیق عوارض پوستی، بیماری‌های عصبی(از جمله بیماری عشق) بسیاری موضوعات روانی و آسیب‌شناسی ، ولو اینکه بد توصیف شده با دقت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. ادویهٔ مفرده قریب به ۷۶۰ دارو را مورد توجه قرار داده، روش‌های داروشناسی به اختصار بیان شده. علاقه ابن سینا به ریاضیات بیشتر جنبه فلسفی داشت تا فنی، هم‌چنان بود که می‌توان از یک نو افلاطونی اخیر انتظار داشت، قاعده ۹ به ۹ را برای صحت اعمال جذر و کعب تشریح کرد. بسیاری از آثارش مربوط به موضوعات ریاضی و نجومی بود، و رساله‌ای در ترجمهٔ اصول اقلیدس تألیف کرد. به کار رصد اقدام کرد(احتمالاً بیشتر در اواخر عمرش در همدان) و آلتی اخترع کرد که کارش شبیه ورنیه بود، و هدفش بالا بردن دقت وسایل اندازگیری. او مطالعه در خوری در موضوعات مختلف فیزیکی به عمل آورد –حرکت، نیرو، برخورد، خلأ، بی-نهایت، نور، گرما. دریافت که اگر ادراک نور منوط به انتشار یک نوع ذرات از اجسام است، سرعت نور بایستی دارای نهایتی باشد. درباره وزن مخصوص تحقیقتی کرد.

قسمت موسیقی شفا پیشرفتی را نسبت به رساله موسیقی فارابی نشان می‌دهد، و در سطحی بسیار بالاتر از معلومات غربی در این باره است. این رساله از تضعیف، گام مضاعف(پانزدهم درست)، ترکیب، دو ذوالاربع (یازدهم درست) و دو ذوالخمس (دوازدهم درست) بحث می‌کند که گام بلندی در جهت دستگاه تألیفی بود، یه نظر می‌رسد که سوم بزرگ مضاعف جایز شمرده شده است. در توجه به ردیف‌های موافق که بوسیله ردیف‌های $\frac{n+1}{n}$ارائه شده، ابن سینا دریافت در صورتی‌که $n=$ ۳۳ باشد، فواصل دارای، اصوات مشابه است. و فواصل مافوق $n =$ ۴۵ را گوش قادر به تشخیص آن نیست (توجه کنید که $n=$ ۳۳ برابر یک ربع پرده است)

او به امکان تبدیل عناصر اعتقاد نداشت. چون در نظر او تفاوت فلزات جنبهٔ ظاهری ندارد، بل‌که بسیارعمیق است تغییردادن رنگ فلزات در جوهر آن‌ها تأثیری ندارد. باید توجه داشت که این عقاید اساساً مغایر افکاری بود که در آن هنگام قبول عام یافته بود.

رسالهٔ ابن سینا در باب کانی‌ها همراه با آثار علویهٔ ارسطو و کتاب عناصر منسوب به ارسطو مأخذ اصلی عقاید زمین‌شناسی دابره‌المعارف نویسان مسیحی سدهٔ سیزدهم ر تشکیل می‌داد.

ابن سینا شرح حال خود را نوشت که بوسیله شاگر محبوبش جوزجانی تکمیل شد. پیروزی او چنان کامل بود که موجب رکود پژوهش‌های اصیل شد . حیات فکری را عقیم ساخت. ابن سینا هم مانند ارسطو و ویرژیل در نظر نسل‌های آینده همچون جادوگر جلوه‌گر شد.

فشار و آثارآن

فشار وارد بر جزء سطح عبارت است از نسبت نیروی فشار که براین جزء وارد می‌شود به مساحت آن . واضح است که فشار مساوی است با نیروی وارد بر ناحیه‌ای از سطح که مساحتش برابر واحد باشد. اگر فشار را با p و نیروی فشار در ناحیه معینی را با F و مساحت این ناحیه را با A نشان دهیم بین این سه کمیت رابطه زیر برقرار است : $p = \frac{F}{A}$ که به فرمول فشار معروف است بر این اساس یکای استاندارد بین‌المللی (SI) فشار $\frac{N}{m^2}$ است ،که به افتخار عالم الهیات و دانشمند قرن هفدهم، بلز پاسکال ، پاسکال (pa) نامیده می‌شود. ۱pa بسیار کوچک و تقریباً برابر با فشاری است که یک اسکناس ۱۰۰۰ تومانی بر میز وارد می‌کند. دانشمندان معمولاً از kpa استفاده می‌کنند.

اتمسفر یک واحد برای اندازه‌گیری فشار است. در دهمین کنفرانس عمومی واحدهای اندازه‌گیری، اتمسفر به عنوان یک واحد رسمی اندازه‌گیری فشار پذیرفته شد و مقدار دقیق آن برابر با ۱،۰۱۳،۲۵۰ دین بر سانتی‌متر مربع، برابر با ۱۰۱،۳۲۵ پاسکال تعیین شد.

هر اتمسفر تقریباً برابر با میانگین فشار هوا در سطح آبهای آزاد در سواحل شهر پاریس فرانسه است. شهرهای دیگر دنیا که در عرض جغرافیایی مشابهی قرار دارند، از میانگین فشار هوای مشابهی نیز برخوردارند.

یکاهای فرعی فشار که برای مایعات و گازها استفاده می‌شود

۱pa =۷۶۰mmHg =۷۶۰torr =۱۴/۷psi= ۱۰۳۳cm$H_{۲o}$

۱atm=۱bar=۱/۰۱۳× $۱۰^{۵}$

برای مشخص شدن تفاوت فشار و نیرو در نظر بگیرید جسمی مکعب شکل را یکبار از قاعده کوچکتر و بار دیگر از قاعده بزرگتر روی یک سطح قرار دهیم با اینکه در هر دو حالت نیروی وارد بر سطح، وزن مکعب و یکسان است با توجه به فرمول فشار که نشان می‌دهد فشار با سطح رابطه عکس دارد در حالت اول فشار بیشتری به سطح، نسبت به حالت دوم وارد می‌شود.

می‌توان گفت، فشار عبارت از نیروی وارد بر واحد سطح که از طرف نوعی شاره (اعم از مایع یا گاز) بر جدار جسمی که با آن در تماس است، اعمال می‌شود. نیروئی که از طرف جدار بر شاره وارد می‌شود شاره را «مهار می‌کند» چرا این تعریف به شاره‌ها محدود می‌شود؟ مشکلی که برای فشار در جسم جامد پیش می‌آید، از امکان تنش برشی و از ناهمسانگردی احتمالی ناشی می‌شود. شاره‌ای که در حال ترازمندی است می‌تواند تنش تراکمی یا کششی داشته باشد، ولی در پاسخ، تنش برشی در جریان در می‌آید. به عبارت دیگر تنش برشی در جامدات منجر به تغییر شکل کشسان می‌شود، ولی در شاره‌ها اینگونه عمل نمی‌کند.

اگر بخواهیم فشار را در درون جسمی جامد تعریف کنیم، یک گزینه این است که میانگین تنش‌های تراکمی را در سه راستای عمود برهم در نظر بگیریم، اگر هر سه تنش با هم برابر باشند به همان تعریفی می‌رسیم که در مورد شاره‌ها دیدیم. به عبارت دیگر تنش تراکمی(یا کششی) را در صورتی که همسانگرد باشد می‌توان فشار مثبت(یا منفی) نامید.

فشار مایعات : با توجه به این‌که فشار عبارت است از نیروئی که بطور عمود بر واحد سطح وارد می‌شود مایعات به خاطر داشتن وزن بر دیواره‌های ظرف و اجسامی که در آن‌ها قرار می‌گیرند نیرو وارد می‌کنند و این نیرو باعث ایجاد فشار می‌شود. این فشار را وقتی که وارد استخر می‌شویم بر روی گوش‌های خود احساس می‌کنیم، هر چه در عمق بیشتری درون مایع فرو رویم به علت افزایش ارتفاع ستون حجم ستون افزایش یافته، از آنجا که مایعات بسیار کم متراکم می‌شوند چگالی مایع در همه عمق‌ها یکسان است، بنا به فرمول چگالی $\rho = \frac{m}{v}$ با افزایش حجم، جرم مایع و در نتیجه نیروی وزن آن که نیروی فشار در مایعات است افزایش می‌یابد که چون فشار با نیرو نسبت مستقیم دارد، باعث افزایش فشار می‌شود، که این افزایش را شناگر روی گوش‌های خود احساس می‌کند.

به طریق آزمایش نیز می‌توان این موضوع را نشان داد : اگر یک ظرف استوانه‌ای را از آب پر کرده و سپس تعدادی سوراخ در بدنه آن در یک راستای قائم در فاصله‌های مختلف از سطح آب ایجاد کنیم بطوریکه سوراخ‌ها دارای درپوش باشند مشاهده می‌شود با برداشتن درپوش‌ها آب با فشار بیرون می‌ریزد و هرچه سوراخ به کف ظرف نزدیک‌تر باشند آب با فشار بیشتری بیرون می‌ریزد. نکته قابل توجه این است که در مایعات نیروی فشار در یک عمق معین در همه جهات یکسان است. ولی این نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند در بدنه ظرف فقط یک نیروی خالص عمود بر بدنه باقی می‌ماند به همین دلیل آب در راستای عمود بر بدنه ظرف از سوراخ خارج می‌شود و سپس به علت نیروی گرانش مسیر حرکت به سمت پایین خمیده می‌شود. درست مانند حرکت پرتابی در راستای افقی یک گلوله، می‌توان بر روی سوراخ‌ها یک لایه کشسان قرار داد وقتی ظرف از آب پر می‌شود این لایه‌ها به سمت بیرون باد می‌کنند.

وجود فشار در مایعات باعث می‌شود برای جسمی که در مایعی(مثل آب) قرار می‌گیرد سه حالت اتفاق افتد الف : اگر چگالی جسم از چگالی مایع کمتر باشد، جسم روی سطح مایع شناور می‌ماند طراحی کشتی‌ها باید بگونه‌ای باشد که نسبت جرم به حجم آن‌ها از چکالی آب کمتر شود. ب: اگر چگالی جسم از چگالی آب بیشتر باشد، جسم درون آب به ته ظرف می‌رود ، تنها در صورتی‌که چگالی جسم برابر چگالی مایع باشد درمایع غوطه‌ور می‌شود در این حالت چون فشار به ارتفاع بستگی دارد و در یک نقطه در همه جهت‌ها بطور یکسان وارد می‌شود، نیروئی بالاسو که به سطح زیرین جسم وارد می‌شود از نیروی پائین‌سو وارد بر سطح زبرین جسم بیشتر بوده(به علت تفاوت فشارها) تفاوت این دو نیرو، نیروی بالاسوئی را ایجاد می‌کند که باعث غوطه‌وری جسم درون مایع می‌شود

p= $p_۲ - p_۱$ $p_۲ = \rho g h_۲$ $p_۱ = \rho g h_۱$ p= $\rho g h_۲$ _ $\rho g h_۱ = \rho (g h_۲ - g h_۱) = \rho g h$

بنا به قانون ارشمیدس این نیرو برابر با وزن مایع هم حجم جسم است (وزن مایع جا به جا شده). به عبارتی اگر حجم آبی که در اثر قرار گرفتن جسم در درون آب از ظرف بیرون می‌ریزد یا درون ظرف بالا می‌آید را محاسبه و وزن آن- را بدست آوریم برابر نیروی بالاسو وارد بر جسم است حال اگر وزن مایع هم حجم جسم (ρچگالی مایع و v حجم جسم است) را محاسبه کنیم با نیروی بالاسو($\rho g A h$) برابر می‌شود(h ارتفاع جسم است)

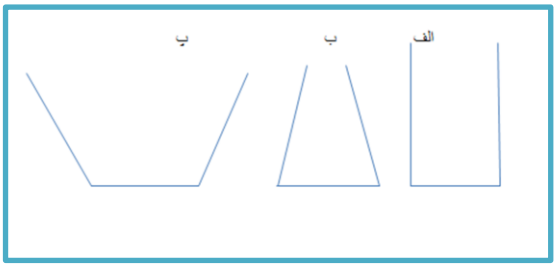
در این مورد می‌توان آزمایشی به شکل زیر انجام داد: سطل خالی هم حجم و هم شکل با یک وزنه را بدنبال هم وصل کرده از نیروسنج فنری آوزیزان می- کنیم، در بشری آب ریخته روی سطح افقی میز قرار می‌دهیم اگر وزنه را در آب قرار دهیم نیرو سنج عدد کمتری را نشان می‌دهد ،که نمایانگر نیروی بالاسوی (نیروی ارشمیدس) است، از طرف آب بر وزنه وارد شده است، حال اگر درون سطل آب بریزیم تا پر شود، نیروسنج عدد اول را نشان می‌دهد، که بیانگر این است که نیروی ارشمیدس برابر وزن آب هم حجم جسم است(در حالت غوطه- وری)

تعیین چگالی یک جسم همگن با شکل غیر منظم بوسیله قانون ارشمیدس: وزن جسمی با چگالی مجهول $\rho_۱$ و حجم vرا در هوا $(W_۱)$ و در مایعی با چگالی $\rho_۲$اندازه‌گیری می‌کنیم$(W_۲)$ ، تفاوت این دو ، نیروی است که از طرف مایع بر جسم وارد شده که برابر وزن مایع هم حجم جسم می‌شود F=$\rho_۲ v g$ خواهیم داشت:

F = $W_۱$ - $W_۲$ $W_۱ = \rho_۱ v g$ $v g = \frac{W_۱}{\rho_۱}$ $\rho_۲ \frac{W_۱}{\rho_۱}$ = $W_۱$ - $W_۲$ $\rho_۱ = \frac{W_۱}{W_۱ - W_۲} \rho_۲$

اثبات قانون سوم نیوتن با استفاده از نیروی ارشمیدس: جسمی را به نیروسنجی بسته وزن جسم را در هوا یادداشت می‌کنیم، حال در بشری آب ریخته روی ترزاوی سه اهرمی قرار داده ،تعادل را برقرار می‌کنیم. اگر جسم را وارد آب کنیم نیرو سنج عدد کمتری را نشان می‌دهد که وزن ظاهری جسم در آب است، در این حال مشاهده می‌شود کفه ترازو پائین می‌رود که نشان می‌دهد نیروئی از طرف جسم بر آب وارد شده، این نیرو عکس‌لعمل نیروئی است که آب بر جسم وارد می‌کند. اگر تعادل ترازو را برقرار کرده تفاوت اعداد ترازو در دو حالت را محاسبه کنیم مشاهده می‌شود این مقدار برابر تفاوت وزن جسم در هوا و وزن ظاهری جسم در آب، یعنی نیروئی که از طرف آب بر جسم وارد شده است. در نتیجه تساوی نیروهای کنش و واکنش را نشان می‌دهد.

تفاوت نیروی فشار و وزن : در سه ظرف با مساحت کف یکسان(A) ولی شکل-های متفاوت تا ارتفاع معین (h) مایعی به چگالی(ρ) می‌ریزیم بنا به قانون ارشمیدس نیروی وارد بر کف هر سه ظرف با هم برابر و برابر با $F= \rho hA.g$ است، وزن مایع درون ظرف $W= \rho v.g$ می‌باشد. با توجه به شکل ظرف‌ها در ظرف الف $v=hA$ در نتیجه $F=W$ یعنی وزن با نیروی فشار برابر است. در ظرف ب $v<hA$ در نتیجه $F>W$ یعنی نیروی فشار از وزن جسم بیشتر است و در ظرف پ $v>hA$ در نتیجه $F<W$ یعنی نیروی فشار از وزن جسم کمتر است.

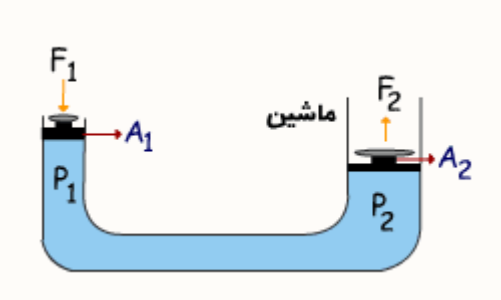


قانون پاسکال : فشاری که به یک نقطه از سطح مایع ساکن وارد می‌شود بدون تغییر در همه جهت‌ها به تمام نقاط مایع انتقال می‌یابد. از این قانون در بالابرهای هیدرولیکی و ترمزهای روغنی استفاده می‌شود.

در بالابرهای هیدرولیکی و منگنه‌های آبی وقتی نیروی F_1 را به سطح A_1 وارد می‌کنیم فشاری برابر با $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$ ایجاد می‌شود این فشار بدون تغییر به زیر سطح A_2 منتقل می‌شود. درنتیجه نیروی F_2 و فشار $P_2 = \frac{F_2}{A_2}$ به این سطح وارد می‌شود با توجه به تساوی این دو فشار نیروی وارد بر سطح A_2 به طریق زیر بدست می‌آید:

اگر $A_2 \gg A_1$ $\quad F_2 = \frac{A_2}{A_1}F_1 \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad P_1 = P_2$

آنگاه $F_2 \gg F_1$



به این ترتیب می‌توان با یک نیروی کم بر یک نیروی زیاد(مثل وزن خودروها) غلبه کرد از این مسئله در کارگاه‌ها و کارواش‌ها و جک‌های روغنی و پرس کردن عدل‌های پارچه و پنبه، استفاده می‌شود.

باید به این نکته توجه کرد که در این حالت به نوعی از قانون اهرم‌ها استفاده می‌شود. وقتی بر سطح A_1 نیرو وارد می‌شود این سطح به اندازه h_1 پائین رفته، قسمتی از مایع استوانه کوچکتر به استوانه بزرگتر منتقل می‌شود و در استوانه بزرگتر مایع به اندازه h_2 بالا می‌رود. چون حجم مایع جا به جا شده در هر دو استوانه برابر است :

$A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2$ چون $A_2 \gg A_1$ در نتیجه $h_1 \gg h_2$ به عبارتی کار انجام شده در دو استوانه برابر است.

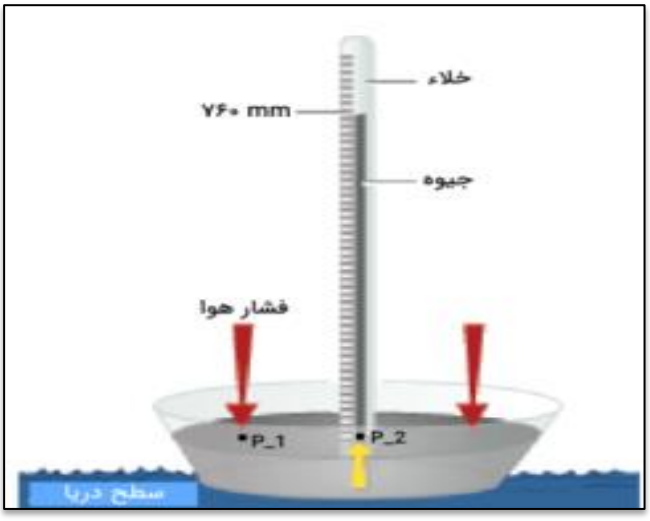
فشار جو : هوا دارای فشار است که به آن فشار جو گویند، جو زمین ترکیبی از ۷یا ۸ درصد نیتروژن، ۲۱ درصد اکسیژن و ۱ درصد گازهای دیگر است که با همگنی چشم‌گیری با یکدیگر درآمیخته‌اند. خواصی مانند دما، فشار، چگالی و سرعت، بسته به محل و ارتفاع آن، تغییرات درخور توجهی دارند.

جرم کلی جو به تقریب برابر ۵۲×۱۰^{۱۸} kg است که بیش از ۹۹ درصد آن در محدوده ۳۰km سطح زمین قرار دارد. مساحت سطح زمین در حدود $۵/۱\times ۱۰^{۱۲} m^۲$ است، چون فشار بصورت نیروی وارد بر واحد سطح تعریف می‌شود وزن جو را (حاصلضرب جرم در شتاب گرانش) وقتی بر این مساحت تقسیم می‌کنیم معلوم می‌شود فشار جو در سطح زمین باید در حدود $۱۰^۵ \frac{N}{m^۲}$ باشد.

فشار جو در راستای قائم از ترازمندی هیدروستاتیکی پیروی می‌کند. فشار در هر ارتفاعی با وزن جو موجود در بالای آن ارتفاع تعیین می‌شود و بطور نمائی با ارتفاع کاهش می‌یابد ($P_{Ah} = P_{A.}\, e^{\frac{h}{h.}}$). در شهر دنور که در ارتفاع ۱/۶ km قرار دارد فشار متوسط در حدود ۸۰ درصد فشار تراز دریاست. فشار در قله‌ی کوه کیلی مانجارو(۵۹۰۰m) ۵۰ درصد تراز دریا و روی قله اورست (۸۸۵۰m) کمتر از ۳۰ درصد فشار دریاست.

اختلافات افقی را بصورت سامانه‌های کم‌فشار و پرفشار وضع هوا، توصیف می‌کنند. هرچند فشارها در این مناطق کمتر از ۱ درصد با میانگین جهانی اختلاف دارند، ولی همین اختلاف فشارها هستند که منجر به تولید بادهای و پیدایش جبهه‌ها و سامانه‌های توفان‌زا می‌شوند.

اولین کسی که موفق به اندازه‌گیری فشار هوا شد اوانگلیستا توریچلی (Evangelista Torricelli) (یکی از واحدهای فشار تورTorr است که ملهم از نام این دانشمند می‌باشد) دانشمند قرن هفدهم میلادی و از شاگردان گالیله بود توریلی برای اندازه‌گیری فشار هوا یک لولهٔ آزمایش بطول ۱متر انتخاب و آنرا پر از جیوه کرد با این دقت که لوله از هوا خالی باشد سپس آنرا را در ظرف پر از جیوه‌ای بصورت وارون قرار داد چون در بالای جیوه در شیشه کمی خلأ ایجاد می‌شود جیوه تبخیر شده، بخار جیوه بر سطح جیوه درون لوله فشار وارد می‌کند جیوه در لوله تا جائی پائین می‌آید که فشار ناشی از ستون جیوه بر ظرف پر از جیوه با فشار هوا وارد بر سطح جیوه درون ظرف یرایر شود. در این حال ارتفاع ستون جیوه در لوله برابر ۷۶cm می‌شود به همین دلیل فشارهوا برابر فشار ستونی از جیوه به ارتفاع ۷۶cm می‌باشد. (علت استفاده از جیوه بخاطر چگالی زیاد آن است بطوری که اگر بخواهیم از آب به جای جیوه استفاده کنیم چون چگالی جیوه ۱۳/۶ برابر آب است از لوله به ارتفاع تقریبی ۱۴ متر باید استفاده شود).



بلز پاسکال که با کارهای توریچلی آشنائی داشت آزمایشی طراحی کرد که نشان دهد، فشار هوا به ارتفاع از سطح تراز دریا بستگی دارد پاسکال از سن ۱۸ سالگی معلول بود(در ۳۹ سالگی فوت کرد) به همین دلیل برادر همسرش(پریه) آنرا انجام داد. به این صورت که در ۲۲ سپتامبر ۱۶۴۸ در صومعه روستای کلرمون فرانسه ابتدا فشار هوا را با استفاده از جوسنج ساده جیوه‌ای در طول یک روز اندازه‌گیری کرد و سپس جو سنج را به کوهی با قله‌ی ۱۲۰۰m مرتفع‌تر از کلرمون بردند و آزمایش را ۵ بار در نقاط مختلف قله کوه، یکبار زیر سقف یک نمازخانه کوچک، یک‌بار در محیط باز یک‌بار در باد، یک‌بار هنگام باران و مه یک‌بار در پناه‌گاه ،انجام دادند و مشاهده کردند که در تمام آزمایش‌ها ارتفاع ستون جیوه در لوله در بالای کوه پائین‌تر از ارتفاع ستون جیوه در پای قله(البته با هم برابر) است.

ابزار دیگر برای اندازه‌گیری فشار هوا، فشار سنج خشک است که در سال ۱۸۴۳ اختراع شد، دمی فلزی با تخلیه جزئی است که با کمک اهرم‌ها و فنرهائی به عقربه صفحه مدرج مرتبط شده است. تغییر فشار خارجی، منجر به انبساط یا انقباض دم و جا به جائی عقربه در صفحه مدرج می‌شود. این ابزار وسیله‌ای قابل حمل و حساسی برای نشان دادن تغییرات فشار است، ولی به درجه‌بندی سنجیده‌ای نیاز دارد تا قرائت‌های دقیقی را بدست آورد.

فشار جو چندین اثر شناخته شده دارد. دمائی که در آن آب در تراز دریا می‌جوشد برابر با ۱۰۰°C است، ولی در شهری مثل همدان که در ارتفاع ۳۶۰۰m قرار دارد دمای جوش برابر ۸۸°C می‌شود. در هر دو عمل، استفاده از نی نوشابه و تلمبه کردن آب از چاه، در یک سر لوله با کاهش فشار و در سر دیگر آن با اعمال آزادانه فشار جو سر و کار داریم که مایع را در لوله به پیش می‌راند. در بررسی آئرودینامیکی بال هواپیما، کشتی‌های بادبانی، و توپ‌هائی که در مسیرهای غیر مستقیم حرکت می‌کنند نیز با تغییر فشار جو در روی سطح این‌گونه اجسام رو به رو می‌شویم.

فشار صوت : امواج صوتی در شاره‌ها معمولاً امواج طولی‌اند، مولکول‌ها با حرکت پس و پیش رونده در راستای انتشار، مناطق متناوب تراکم و رقت را تولید می‌کنند. این امر منجر به تغییرات کوچکی در فشار شاره حول و حوش فشار تعادلی آن (فشار جو در مورد امواج صوتی در هوا) می‌شود.

گرچه تغییرات فشار در موج صوتی بسیار کم است، گوش انسان به تغییر فشارهای کمتر از یک میلیاردم ($۱۰^{-۹}$) فشار جو می‌تواند واکنش نشان دهد. آستانه شنوائی، که از شخصی به شخص دیگر تغییر می‌کند، در بسامد ۱۰۰۰Hzبا دامنه‌ی فشار صوت حدود $۲ \times ۱۰^{-۵}\ \frac{N}{m^۲}$ مطابقت دارد. آستانه

درد با فشاری تقریباً یک میلیون برابر بزرگ‌تر متناظر است که هنوز کمتر از $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ فشار جو است. در شاره‌های چگال‌تر، مانند آب، تغییرات فشار برای امواج صوتی حتی از این حد هم کوچک‌تر است.

دما و فشار زمین : با افزایش ژرفای زمین، دما و فشار زمین نیز افزایش می‌یابد. به طوری که با افزایش یک کیلومتر ژرفای زمین، دما ۲۵° سانتی‌گراد و فشار حدود ۲۵ اتمسفر افزایش می‌یابد. عامل این افزایش فشار و دما، وزن لایه‌های زمین است و فشار و دما، حالت لایه‌های زمین را مشخص می‌کند.

در نزدیکی سطح زمین، فشار و دما کم است. برآورد شده‌است که دمای مرکز زمین حدود ۴۰۰۰° تا ۷۰۰۰° سانتی‌گراد و به اندازه دمای سطح خورشید است. در این دما، سنگ و آهن به صورت جامد باقی می‌مانند. در ژرفای ۵۰ کیلومتری، میزان فشار نزدیک به ۲۰۰،۰۰۰ پوند بر اینچ مربع است. در حالی که میزان فشار معمولی در لاستیک خودروها، حدود ۳۵ پوند بر اینچ مربع است. قراردادن فشار ۲۰۰،۰۰۰ پوند بر اینچ مربع در لاستیک خودرو، موجب ترکیدن لاستیک و تبدیل آن به قطعات بسیار کوچک می‌شود در پوسته، صفحات زمین‌ساختی معمولاً به صورت هموار حرکت می‌کنند، اما گاهی اوقات به یکدیگر برخورد می‌کنند و فشار حاصل می‌شود و زمین‌لرزه روی می‌دهد

فشار خون:

برای این که خون در شریان‌های (artery) بدن جاری شود و مواد غذایی را به اعضای مختلف بدن برساند نیاز به نیرویی دارد که خون را به گردش در آورد. این نیرو فشارخون نامیده می‌شود و عامل این فشار، انقباض و انبساط و مولد آن قلب است. قلب به طور مداوم خون را به داخل شریانی به نام آئورت (aorta) و شاخه‌های آن که مسئول رساندن اکسیژن و مواد غذایی به تمام اعضای بدن هستند، پمپ می‌کند. شریان های بزرگ به صورت لوله‌هایی با دیواره قابل اتساع، وظیفه انتقال خون را از قلب به شریان های کوچک و مویرگها بر عهده دارند.

فشار خون به دو عامل مهم بستگی دارد: یکی برون ده قلب یعنی مقدار خونی که در هر دقیقه به وسیله قلب به درون شریان آئورت پمپ می شود (حدود ۶-۵ لیتر) و عامل دیگر مقاومت رگ، یعنی مقاومتی که بر سر راه خروج خون از قلب در رگها وجود دارد. با تغییر برون ده قلب یا مقاومت رگ، مقدار فشار خون تغییر می‌کند. از آنجا که پمپ یا تلمبه کردن خون توسط قلب به داخل شریانها، ضربان‌دار است، فشارخون بین دو سطح حداکثر و حداقل در نوسان است. در زمانی که قلب منقبض می‌شود، خون وارد شریان‌ها می‌شود و فشار خون به حداکثر مقدار خود می‌رسد که به آن فشار خون **سیستول** می‌گویند. در زمان استراحت قلب که خون وارد شریان نمی‌شود، با خروج تدریجی خون از این شریان‌ها و جریان آن به سوی مویرگها فشار خون کاهش یافته و به حداقل مقدار خود می‌رسد، که به آن فشارخون **دیاستول** می‌گویند. فشار خون برحسب cmHg یا mmHg بیان می‌شود به عنوان مثال وقتی فشار خون شخصی ۱۲/۸ است یعنی فشار سیستول این شخص = ۱۲۰mmHg ۱۲cmHgو فشار دیاستول این شخص ۸۰mmHg=۸cmHg است.

طرح مدار بسته گردش خون تا سال ۱۶۱۶ شناخته نشده بود. در آن سال ویلیام هاروید در انگلستان با کشف دستگاه مویرگ‌ها آنرا توضیح داد . ماهیچه قوی سمت چپ قلب خون را تلمبه می‌کند، تا در سراسر بدن به گردش درآید. انقباض قلب فشار سیستولی نسبتاً زیادی ایجاد می‌کند که در حدود یک دهم ثانیه دوام دارد. تقریباً ۸۰ml خون با فشار به آئورت کشسان که شریان اصلی انتقال خون در سراسر بدن است ارسال میشود. وقتی فشار خون در آئورت به نصف کاهش یابد دریچه بین قلب و آئورت به سرعت بسته می‌شود و صدائی ایجاد می‌شود که می‌توان با گوشی پزشکی شنید.فشار در آئورت به صفر کاهش نمی‌یابد زیرا که دیواره‌های کشسان به ایجاد فشار برای گردش خون در شریان-ها ادامه می‌دهند. در انقباض بعدی قلب دریچه با صدائی که با گوشی پزشکی قابل شنیدن است باز می‌شود. این دریچه هنگامی باز می‌شود که فشار از فشار دیاستولی درون آئورت تجاوز کند. در ایران معمولاً فشار خون را برحسب ارتفاع ستون جیوه یا ارتفاع ستون آب نشان می‌دهند. در اکثر کشورها از یکای علمی فشار در دستگاه بین‌اللملی واحدها (SI) یعنی پاسکال(pa) استفاده می‌کنند. شریان‌هائی که از آئورت منشعب می‌شوند قطرشان کوچک می‌شود. سطح مقطع تمام شریان‌ها با دور شدن از قلب افزایش می‌یابد. شارش خون کندتر می‌شود و سرانجام به شبکه عظیمی از مویرگ‌ها نازک می‌پیوند. قطر بعضی از مویرگ‌ها از قطره یاخته سرخ خون هم کوچکتر است. یاخته‌های سرخ انعطاف‌پذیر مجبورند برای عبور از این مویرگ‌ها به شکل تاخورده درآیند. اگر سطح مقطع تمام مویرگ‌ها را با هم جمع کنیم لوله‌ای به بزرگی لوله فاضلاب به قطر تقریبی ۳۰cm به دست می‌آوریم.

خونی که با سرعت ۳۰ cm/s وارد آئورت می‌شود هنگام حرکت در مویرگ‌ها سرعتش تنها در حدود ۱mm/s است. به این ترتیب، زمان لازم برای پخش مواد غذائی و اکسیژن موجود در خون به داخل یاخته‌های مجاور تأمین می‌شود. خون جاری شده در مویرگ‌ها در سیاهرگ‌های کوچک جمع‌آوری می‌شود. و سپس به سیاهرگ‌های بزرگ‌تر منتقل می‌شود فشار خون در دستگاه سیاهرگ-ها بسیار کم است. تمام فشار محرک ناشی از سمت چپ قلب، صرف رساندن خون به مویرگ‌ها و عبور از آن می‌شود. پس هنگامی که ایستاده‌ایم چگونه خون از پاها به قلب بر می‌گردد. در این‌جا در حقیقت چند سازوکار وارد عمل می‌شوند. عضلات اطراف سیاهرگ‌ها بطور ممتد منقبض می‌شوند، تا خون را به سوی قلب برانند. هر سیاهرگ دریچه‌های کوچکی دارد که از بازگشت خون به مویرگ‌ها جلوگیری می‌کند. هر بار که عضلات پیرامون سیاهرگ‌ها منقبض می-شوند، کمی خون بیشتر به آن سوی این دریچه‌ها منتقل می‌شود. این خون سرانجام به سوی قلب بر می‌گردد. وقتی این دریچه‌های کوچک از کار بیفتند، سیاهرگ‌ها دچار واریس می‌شوند.

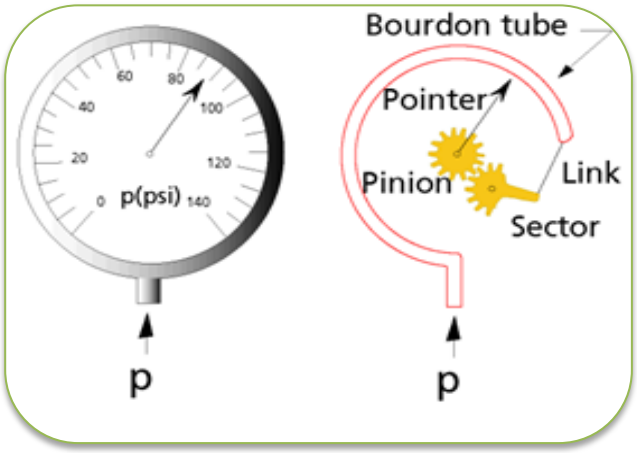
خون سیاهرگ‌ها به محض رسیدن به شوش‌ها با تقویت غیر منتظره‌ای روبرو می‌شود. فشار در قفسه سینه معمولاً نسبت به فشار جو منفی است. زیرا چنانچه

شوش‌ها در قفسه سینه‌ی هوای‌بندی شده قرار نمی‌گرفتند، از کار می‌افتد. این فشار منفی که در حدود ۱ یا ۲ کیلو پاسکال است سبب می‌شود، خون به سوی ورودی سمت راست قلب بالا رود. حرکت کند خون در سیاهرگ‌ها بدان معنی است که در هر زمان معین بیشتر خون بدن - در حدود ۸۰ درصد- در سیاهرگ‌ها جاری است.

خون پس از بازگشت به سمت راست قلب با فشار نسبتاً کمی (۳ تا ۴ کیلوپاسکال)به سوی شش‌ها تلمبه می‌شود، در شش‌ها خون وارد شبکه‌ای از مویرگ‌ها می‌شود. این مویرگ‌ها بدور ۳۰۰ میلیون کیسه‌های هوای کوچک (حبابچه‌ها) به مساحت تقریبی ۸۰ m^2 پیچیده می‌شوند این خون که اکسیژن کم و کربن دیواکسید زیادی دارد در مدت زمان کوتاهی که در مویرگ‌ها سپری می‌کند، می‌تواند ظرفیت اکسیژن خود را دوباره تکمیل کند. و بخش اعظمی از co_2 خود را از دست بدهد.

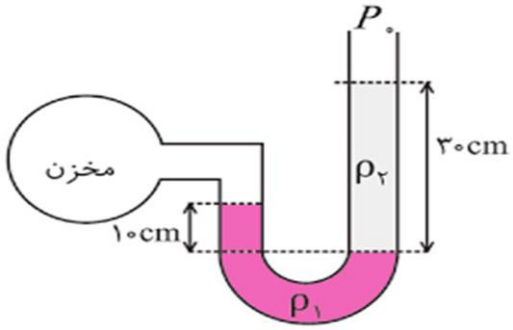
روش اندازه‌گیری فشار مخزن گاز :

با اعمال فشار به داخل یک لوله، طول و وضعیت آن تغییر پیدا می کند، که از آن برای ساختن فشارسنج برای اندازه‌گیری فشار مخزن گازها استفاده می‌شود. در نوعی از این فشارسنج‌ها، از یک لوله به شکل عصا با زاویه ۲۵۰ درجه که یک انتهای آن آزاد و انتهای دیگرآن مسدود و به یک چرخ دنده متصل است استفاده می‌شود، با وصل دستگاه به مخزن گاز شکل لوله تغییر کرده چرخ‌دنده ، چرخ دنده دیگری را که به عقربه‌ای وصل و با آن در گیر است به حرکت در آورده که موجب چرخش عقربه در مقابل صفحه مدرجی که بر حسب یکای فشار مدرج شده گردیده، اندازه فشار را نشان می‌دهد.



می‌توان برای اندازه‌گیری مخزن گاز در آزمایشگاه از یک لوله دو سر آزاد Uشکل که در آن تا ارتفاع معین از مایعی (آب یا جیوه بستگی به اندازه فشار) پر شده است، استفاده کرد. اگر یک سر لوله را به مخزن گاز وصل کنیم اگر فشار گاز از فشار هوا بیشتر باشد، مایع در شاخه مقابل بالا می‌رود، و اگر کمتر باشد در لوله متصل به مخزن بالا می‌رود.

اختلاف مایع در دو لوله را حساب می‌کنیم .اگراختلاف ارتفاع مایع در دو شاخه لوله را با h و فشار هوا را $P.$ و فشار مخزن گاز را با P نشان دهیم ، فشار مخزن گاز درحالت اول برابر با $P= p. + \rho gh$ و در حالت دوم $P= p. - \rho gh$ می‌شود.



فشار باد لاستیک خودروها را با فشارسنج فنری نسبتاً ساده‌ای اندازه می‌گیرند که قرائت‌هائی مانند۲۹، یعنی ۲۹psiدارد. اما در این‌جا به طوری که از حساب ساده بر می‌آید، مقدار فشار ۲atm نیست. باید به خاطر داشته باشیم که انتهای دیگر فشار سنج به هوای آزاد باز می‌شود، و در معرض فشار تقریباً ۱atm قرار دارد. این فشار محیط را باید به فشار پیمانه‌ای افزود. از این رو اگر چه فشار پیمانه‌ای برابر ۲atm است فشار مطلق ۳atm می‌شود.

باید همین تصحیح(یا همین هشدار) را در غواصی با ماسکِ اکسیژن در نظر داشت. اگر پیمانه فشار روی مخزن ۱۰۰atm را نشان دهد فشار مطلق (گاز) درون مخزن ۱۰۱atm است. در غواصی دریاهای عمیق، چرا به چنین فشارهای زیادی نیاز داریم؟ با هر ۱۰/۳m که در داخل آب پائین می‌رویم، فشار به اندازه‌ی ۱atm افزایش می‌یابد غواصی که ۲۰m پائین می‌رود می‌خواهد مطمئن باشد که مخزن، فشاری خیلی بیشتر از ۳atm دارد، این فشار افزون بر فشار محیط است که در چنان عمقی دریچه‌ی تنفسی(ماسک) را باز می‌کند.

نظریه نسبیت عام (دکتر ابراهیم رحیمی)

چکیده: در این مقاله نظریهٔ نسبیت عام مورد مطالعه قرار گرفته در ابتدا توضیحی مختصر از اصول و فرضیات اینشتین داده شده و سپس به بررسی موفقیت‌های نسبیت عام پرداخته‌ایم. در ادامه متریک‌هائی مختلف نوشته شده که از آن‌ها سیاه‌چاله‌ها بدست

خواهند آمد. در انتها، تکینگی و هندسه و ترمودینامیک سیاه-چاله‌هامورد مطالعه قرار گرفته است.

مقدمه

نظریهٔ نسبیت عام توسط اینشتین در سال ۱۹۱۵ به عنوان یک نظریهٔ مهم و اساسی برای توصیف گرانش به عنوان یک ویژگی هندسی فضا–زمان مطرح گردید که در توجیه پدیده‌های مهمی از جمله انحراف نور در میدان گرانشی خورشید، انتقال حضیض سیاره عطارد و ... موفقیت‌های قابل توجهی بدست آورد.این نظریه تعمیمی بر نظریه نسبیت خاص و قانون جهانی گرانش نیوتن است که در آن گرانش به عنوان یک عامل هندسی فضا–زمان و نه یک نیرو بررسی می‌گردد. همچنین نظریه نسبیت عام می‌تواند بسیاری از مشاهدات کیهانی شناخته شده مانند امواج گرانشی و سیاهچاله ها را توصیف کند. به علاوه این نظریه توانسته است دو پدیده تاخیر زمانی امواج راداری عبوری از خورشید و حرکت تقدیمی محور ژیروسکوپ در مدار اطراف زمین را به خوبی توجیه نماید.

در واقع دیدگاه اینشتین این بود که توزیع ماده در عالم، هندسه فضا و زمان را مشخص می‌کند و فضا-زمان در حضور اجرام گرانش‌دار می تواند خمیده شود. همچنین متریک فضا-زمان بوسیلهٔ توزیع ماده مشخص می‌گردد، بنابراین با این دیدگاه، مشکل دستگاه‌های نالخت نیز حل و جایگاه متمایز چارچوب لخت بی‌اعتبار می‌گردد.

اینشتین نظریهٔ خود را بر پایه اصول زیر بنا نهاد:

اصل ماخ

اصل ضعیف ماخ، به صورت" توزیع ماده، شکل هندسه را مشخص می‌کند" بیان می‌گردد و فرم قوی اصل ماخ به شکل " لازمه وجود هندسه، وجود ماده می‌باشد" مطرح می‌شود. به بیان دیگر، می توان گفت که اگر ماده‌ای در عالم وجود نداشته باشد، خود به خود مفاهیم لختی و چرخش بی‌معنی است و دیگر هندسه‌ای وجود نخواهد داشت. لازم به ذکر است که معادلات اینشتین با اصل ضعیف ماخ سازگار است.

اصل هم‌ارزی ضعیف:

بر طبق اصل هم‌ارزی ضعیف نیز، تساوی جرم لختی و جرم گرانشی بدیهی فرض می‌گردد؛ لذا اثرات نیروی گرانشی با شتاب دستگاه مختصات هم‌ارز خواهد بود.

با توجه به این اصل می توان گفت: حرکت یک ذره در میدان گرانشی، مستقل از جرم آن ذره می باشد.

اصل همورداییی عام

با توجه به اصل همورداییی عام، تمام قوانین فیزیک در دستگاه‌های مختصات لخت و نالخت شکل یکسانی خواهند داشت. پس برای حفظ فرم قوانین فیزیکی باید معادلات شکل تانسوری داشته باشند که در این صورت این قوانین از چارچوب‌های مرجع استقلال خواهند داشت.

اصل تطابق

اصل تطابق اینگونه بیان می‌شود که نظریهٔ نسبیت عام به نظریهٔ نسبیت خاص تبدیل خواهد شد اگر گرانش موجود نباشد و همچنین در حد سرعت‌های کم و میدان گرانشی ایستای ضعیف، به گرانش نیوتنی تبدیل می‌شود.

اصل جفت شدگی گرانشی کمینه

این اصل به طور ضمنی استفاده می‌گردد و بیان می‌کند که اگر روابط نسبیت خاص را به روابط نسبیت عام تعمیم دهیم، جملاتی که به صورت صریح شامل تانسور انحنای ریمان باشند را نباید به معادلات افزود.

اینشتین رابطه تانسوری $G_{\mu\nu}=\kappa T_{\mu\nu}$ را با توجه به دو اصل مهم هم ارزی و اصل ماخ -که نشان دهنده وجود رابطهٔ بین ماده و هندسه می‌باشند- به عنوان معادلات عام تعیین کننده میدان گرانشی معرفی کرد که به معادلات اینشتین معروف است. در این رابطه، κ یک کمیت ثابت متناسب با ثابت گرانش اینشتین است. سمت راست رابطه فوق، تانسور انرژی تکانه، معرف چشمه گرانشی و سمت چپ که همان تانسور اینشتین است، معرف هندسه فضا-زمان می‌باشد.

بنا به فرض های اینشتین، تانسور اینشتین ویژگی‌های زیر را دارا است:

الف) حداکثر دارای مشتق‌های مرتبه اول و دوم متریک فضا-زمان می‌باشد.

ب) هرگاه انحنای فضا صفر باشد، تانسور اینشتین صفر می‌شود.

ج) متقارن و واگرایی آن همواره صفر است.

د) فقط به انحنا بستگی دارد و کمیتی هندسی می‌باشد.

تانسور اینشتین($G_{\mu\nu}$) به صورت زیر است:

$$G_{\mu\nu}=R_{\mu\nu}-\frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} \qquad (1)$$

که در آن، $R_{\mu\nu}$ تانسور ریچی، R اسکالر ریچی و $g_{\mu\nu}$، متریک فضا–زمان هستند.

از آنجا که نظریهٔ نسبیت عام می تواند وجود سیاهچاله‌ها را در وضعیت رمبش ستاره‌های بزرگ، تحول ستاره‌ها، همگرایی گرانشی و هم‌چنین مبحث زمینه زیرموج کیهانی را پیش‌گویی کند، لذا به عنوان یکی از نظریه‌های مهم در اختر فیزیک محسوب می‌گردد. غیرخطی بودن معادلات میدان اینشتین باعث می‌گردد که یافتن جواب‌های تحلیلی برای آن‌ها دشوار باشد.

معادلهٔ اینشتین که به صورت تانسوری نوشته شده است و مولفه‌های تانسوری آن‌ها با دستگاه‌های مختصات دلخواه تعیین می‌شوند و الزاما باید موضعی باشند (وابسته به نقاط فضا-زمان). نکته قابل توجه از حل معادلات اینشتین این است که، وجود سیاهچاله‌های مختلف را پیش‌بینی می‌کند. به عنوان مثال، از حل این معادلات در خلا برای یک جرم متقارن کروی، یک جواب ایستا، مجانب تخت و متقارن کروی بدست می‌آید که این جواب تنها شامل جرم سیاهچاله است. این جواب در سال ۱۹۱۶ توسط شوارتزشیلد ارائه شد که به عنوان جواب (سیاهچاله) شوارتزشیلد شناخته می‌شود.

با توجه به فضا-زمان‌های مختلف و محاسبه جواب‌های توپولوژیکی یا هندسه فضا-زمان در ابعاد مختلف، متریک‌های متفاوتی در نظرگرفته می‌شود که می‌توان از متریک‌های ایستا مانند متریک شوارتزشیلد، رایسنر-نوردستروم و متریک‌های دینامیکی مانند، متریک فریدمان-روبرتسون-واکر (FRW) اشاره کرد که هر کدام هندسه خاص خود را معرفی می‌کنند.

متریک شوارتزشیلد تنها شامل جرم سیاهچاله است و به صورت زیر معرفی می‌شود:

(۲)

$$ds^2 = (1-\frac{2m}{r})dt^2 - (1-\frac{2m}{r})^{-1}dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\varphi^2$$

در این رابطه، m پارامتری است که با جرم کل سیاه‌چاله مرتبط می‌باشد (در دستگاهی کار می‌کنیم که در آن $c = G = 1$ است).

در متریک شوارتزشیلد، فاصلهٔ $r = 2m$ را که در ظاهر، متریک در آن نقطه تکین است، شعاع شوارتزشیلد می‌نامیم.

متریک رایسنر-نوردسترم شامل جرم و بارالکتریکی است که به شکل زیر می‌باشد:

(۳)

$$ds^2 = (1-\frac{2m}{r}+\frac{q^2}{r^2})dt^2 - \frac{1}{1-\frac{2m}{r}+\frac{q^2}{r^2}}dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\varphi^2$$

متریک کر، یک متریک چرخان و بدون بار است که به صورت زیر نمایش داده می شود:

(۴)

$$ds^2 = \frac{\Delta_1}{\Sigma_1}\left[dt - \alpha\sin^2\theta d\varphi\right]^2 - \frac{\Sigma_1}{\Delta_1}dr^2 - \Sigma_1 d\theta^2 - \frac{1}{\Sigma_1}\sin^2\theta\left[(r^2+\alpha^2)d\varphi - \alpha dt\right]^2$$

که در آن α پارامتر چرخش می‌باشد که در ارتباط با تکانهٔ زاویه‌ای است و تابع‌های Σ_1 و Δ_1 به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\Delta_1 = r^2 - 2mr + \alpha^2 \quad \Sigma_1 = r^2 + \alpha^2\cos^2\theta$$

متریک کر-نیومن، یک متریک چرخان و دارای بار الکتریکی است. این متریک تعمیم کلی متریکهای شوارتزشیلد، رایسنر-نوردستروم و کر می-باشد که به صورت زیر معرفی می شود:

(۵)

$$ds^2 = \frac{\Delta_2}{\Sigma_2}\left[dt - \alpha\sin^2\theta d\varphi\right]^2 - \frac{\Sigma_2}{\Delta_2}dr^2 - \Sigma_2 d\theta^2 - \frac{1}{\Sigma_2}\sin^2\theta\left[(r^2+\alpha^2)d\varphi - \alpha dt\right]^2$$

و تابع‌های Σ_2 و Δ_2 به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\Delta_2 = r^2 - 2mr + \alpha^2 + q^2 \quad \Sigma_2 = \Sigma_1$$

که در آن، کمیت q، بار الکتریکی می‌باشد.

بر خلاف متریک های قبلی که همگی ایستا یا پایا بودند، متریک فریدمان-روبرتسون-واکر (FRW)، یک متریک دینامیکی است که جهان همگن و همسانگرد را توصیف می‌کند. جهت بررسی دینامیک عالم می-توان متریک (FRW) را به شکل زیر در نظر گرفت:

(۶)

$$ds^2 = dt^2 - a^2(t)[\frac{dr^2}{1-kr^2} - r^2 d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\varphi^2]$$

که در آن $a(t)$ ضریب مقیاس کیهان است که دینامیک عالم را نشان می‌دهد.

با وجود موفقیت‌های زیاد در گرانش اینشتین، مشکلاتی نیز برای این گرانش وجود دارد. گرانش‌های قوی، میدان‌های کلاسیکی در ابعاد بالاتر، عدم تطابق بعضی از مشاهدات کیهان شناختی با این نظریه و عدم توضیح انبساط شتابدار عالم، بهنجارپذیر نبودن نظریه نسبیت عام اینشتین در ناحیه فرابنفش (UV) و هم‌چنین عدم قابلیت پذیری کوانتومی، از جمله مشکلات این نظریه می‌باشند، بنا براین علی‌رغم

موفقیت‌های شگفت انگیز گرانش اینشتین، به نظر می‌رسد که این نظریه، نظریهٔ نهایی نبوده و باید تعمیم یابد. این موضوع می‌تواند به عنوان یکی از انگیزه‌های تجزیه و تحلیل گرانش‌های تعمیم یافته‌ای همچون گرانش $F(R)$، هم در حوزهٔ کیهان‌شناسی و هم در حوزهٔ فیزیک سیاهچاله‌ها باشد. همچنین، نتایج مهم گرانش $F(R)$ و تناظر جواب‌های آن با نظریه‌های گرانش اسکالر-تانسوری، باعث شده که این نظریه با استقبال مضاعفی روبرو گردد. گرانش‌های تعمیم یافتهٔ مختلفی برای نسبیت عام بر پایه پندارهای یکسان به وجود آمده‌اند. این گرانش‌ها، قوانین و شرایط مازادی را دارا می‌باشند که موجب پدید آمدن شکل‌های متمایزی از معادلات میدان می‌شوند. به عنوان مثال می توان به گرانش‌های تعمیم یافته $F(R)$، لاولاک ، گاوس-بونه، لیفشیتز، برانس-دیکی، یا نظریه اینشتین–کارتان اشاره کرد.

مدل $F(R)$ یکی از مدل‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و در زمینه‌های مختلف گرانشی، کیهان‌شناسی و اخترفیزیکی کاربرد دارد و نتایج جالب آن موجب شده که این مدل، تعمیم مناسبی برای گرانش اینشتین درنظر گرفته شود. شکل تابعیت مدل گرانش $F(R)$ را می توان به صورت چند جمله‌ای‌های توانی نیز در نظر گرفت، لذا از توان‌های مثبت اسکالر ریچی به عنوان تاثیر تعمیم‌های فرابنفش و همچنین از توان‌های منفی آن به عنوان توصیف کننده تصحیحات فروسرخ (IR) استفاده خواهد شد.

۲-۱ بررسی تکینگی

در فیزیک به نقاطی تکینگی گفته می‌شود که در آن نقاط، تعدادی از کمیت‌ها، مقدار بینهایتی را بدست دهد. **همچنین، ناحیه‌ای که انحنای فضا-زمان بی‌نهایت می‌شود یا به عبارت دیگر، میدان گرانشی به بی‌نهایت می‌رسد، به این ناحیه، تکینگی می‌گویند.**

به طورکلی دو نوع تکینگی وجود دارد: تکینگی رفع شدنی که به تکینگی مختصاتی نیز معروف است و با انتخاب مختصات مناسب رفع می‌گردد و نوع دوم تکینگی فیزیکی یا رفع نشدنی است که مستقل از مختصات می‌باشد. در این نقاط تکینگی فیزیکی برخی از کمیتهای ناوردای انحنا واگرا می‌شوند.

۳-۱- هندسه و ترمودینامیک

سیاهچاله‌ها را می‌توان با افق‌های رویدادشان شناخت. از افق رویداد می توان به عنوان مرز ناحیه‌ای یاد کرد که تاثیرگذاری رویدادها بر روی نقاط خاصی از فضا-زمان محو می‌گردد، در صورتی که در زمان به عقب برگردیم. در واقع افق‌های رویداد مرز گذشته علّی یک ناحیه از فضا-زمان هستند. به عبارت دیگر می‌توان گفت که افق رویداد ابر سطحی است که باعث جداسازی پدیده‌های خارج از این ابر سطح با پدیده‌های داخل سیاهچاله می‌گردد و همچنین اثرات غیر طبیعی در میدان‌های کوانتمی اطراف سیاهچاله را موجب می‌شود.

ترمودینامیک به عنوان پلی بین میدان‌های کوانتمی و کلاسیک می‌باشد و شباهت بین خواص هندسی سیاه‌چاله‌ها و متغیرهای ترمودینامیکی، بینش عمیقی را نسبت به رابطهٔ بین خواص فیزیکی گرانش و ترمودینامیک کلاسیک ارائه می‌دهد. به عنوان یکی از این روابط، می‌توان به این نکته اشاره کرد که نظریهٔ گرانش کوانتمی می‌تواند از طریق ترمودینامیک سیاه‌چاله‌ها- که پلی بین ویژگی‌های کلاسیک و کوانتومی سیاه‌چاله‌هاست- مورد بررسی واقع شود.

برای یک سیاه‌چاله، کمیت‌های ترمودینامیکی مانند آنتروپی و دما متناسب با کمیت‌های هندسی یعنی مساحت افق رویداد و گرانش سطحی است .

کشف آنتروپی سیاه‌چاله و تابش هاوکینگ، ترمودینامیک سیاه‌چاله را به شاخه‌ای مهیج از فیزیک انرژی بالا مبدل کرده و پنجره جدیدی را به سوی علم فیزیک باز نموده است. سیاه‌چاله‌ای که به عنوان یک سیستم ترمودینامیکی شناخته می‌شود، طبیعی است که مانند یک سیستم ترمودینامیکی آشنا رفتار کند.

با توجه به اینکه سیاه‌چاله‌های کلاسیک هیچ‌گونه تابشی را ساطع نمی‌کنند، بنا براین دمای آنها صفر خواهد بود. تلاش‌های استیون هاوکینگ در سال ۱۹۷۰ باعث شد که یکی از رویدادهای مهم در علم فیزیک اتفاق بیفتد. وی خواص مکانیک کوانتمی را به سیاه‌چاله‌ها افزود، بنا براین، فیزیک سیاه‌چاله با ترمودینامیک کلاسیک تلفیق گردید و همچنین یک دمای غیر صفر به سیاه‌چاله نسبت داده شد .

می‌توان سیاه‌چاله‌ها را به عنوان سیستم‌های ترمودینامیکی در نظر گرفت که از قوانین ترمودینامیکی مشخصی موسوم به قوانین ترمودینامیک سیاهچاله‌ها تبعیت می‌کنند.

تلاش‌های زیادی در زمینه ترمودینامیک سیاه‌چاله ها انجام شده است. استیون هاوکینگ در سال ۱۹۷۴، اولین مقاله خود را دربارهٔ خواص سیاه-چاله‌ها منتشر کرد. موضوع ترمودینامیک سیاه‌چاله ها همچنان مورد توجه بسیاری از فیزیکدانان قرار گرفته است.

مطالعه گذار فاز سیاه‌چاله‌ها، یکی از موضوعات جالب در این زمینه است که نقش مهمی در فهم چندین خصوصیت جالب توجه سیاه‌چاله‌ها از جمله منشا آماری آنتروپی بازی می‌کند. اولین بار گذار فاز در سیاه-

چاله‌ها توسط دیویس و هات در اواخر دهۀ هفتاد قرن بیستم مورد مطالعه قرارگرفت.

چرا کودکان تشعشعات ماگرویو بیشتری نسبت به بزرگسالان جذب میکنند(بیامدها)

چکیده : شبیه سازی رایانه‌ای با استفاده از اسکن‌های MRI کودکان، تنها راه ممکن تعیین تشعشعات مایکروویو[1] (MWR) جذب شده در بافت‌های خاص در کودکان است. کودکان نسبت به بزرگسالان MWR بیشتری را جذب می‌کنند چرا که بافت‌های مغز آن‌ها جاذب قویتری هستند، جمجمه‌های آن‌ها نازک‌تر بوده و اندازه نسبی آن کوچکتر است. MWR حاصل از دستگاه‌های بی‌سیم، به عنوان یک ماده سرطانزای محتمل در انسان بیان شده است. کودکان، زمانی که در معرض هر ماده سرطانزایی قرار می‌گیرند، نسبت به بزرگسالان در خطر بیشتری هستند. زیرا میانگین زمان نهفتگی بین اولین قرارگیری در معرض ماده سرطان‌زا و تشخیص یک تومور ممکن است ده‌ها سال باشد. تومورهای بوجود آمده در کودکان، ممکن است تا زمانی که کودکان پا به دوره بلوغ نگذاشته‌اند، بطور کامل تشخیص داده نشوند. جنین به ویژه در مقابل MWR آسیب پذیر است. قرارگیری در معرض MWR می‌تواند سبب از بین‌رفتن غشای چربی حفاظتی شود که دور رشته‌های مغزی را احاطه کرده است. اسباب‌بازی‌های ساطع کننده MWR برای استفاده اطفال و کودکان نوپا فروخته می‌شوند. گزارش‌هایی ارائه شده، که حاکی از جنون دیجیتال در کودکان مدرسه‌ای بوده است. یک مطالعه موردی ثابت کرده است زمانی که دختران نوجوان گوشی‌های همراه را در سینه‌بند خود می‌گذارند، سرطان‌های اصلی سینه در زیر محلی که گوشی قرار داده شده، پیشرفت می‌کند. محدودیت‌های قرارگیری در معرض MWR برای مدت ۱۹ سال ثابت مانده است. کلیه سازندگان گوشی‌های هوشمند اخطاراتی داده‌اند که در آن حداقل فاصله‌ای که گوشی باید از کاربران آن‌ها داشته باشد تا از حدود قانونی موجود برای قرارگیری در معرض MWR فراتر نرود، بیان شده است. محدودیت قرارگیری برای رایانه‌های لپ تاپ و تبلت‌ها زمانی که دستگاه‌ها ۲۰ cm دور از بدن آزمایش شدند، تعیین گردیده است. بلژیک، فرانسه، هند و سایر دولت‌های دارای فناوری قوی، این قوانین را تصویب و یا اخطارهائی را در مورد استفاده کودکان از دستگاه‌های بی‌سیم صادر کرده‌اند.

مقدمه : در این بخش، به بحث در این موارد می‌پردازیم: میزان MWR را چگونه می توان محاسبه کرد؟ جذب بیشتر MWR توسط کودکان در مقایسه با بزرگسالان، طبقه‌بندی MWR به عنوان یک ماده سرطانزای (محتمل) رده ۲B، حدود قانونی موجود برای قرارگیری انسان در معرض MWR و حدود قانونی موجود قرارگیری بیشتر کودکان در معرض تشعشعات را در بر نمی‌گیرند.

شبیه سازی رایانه‌ای

الگوریتم رایانه‌ای دامنه زمانی تفاضل محدود[2](FDTD)، برای چند دهه بهترین روش برای شبیه سازی مقدار MWR جذب شده در بافت‌ها بوده است. در سال ۱۹۹۷، کمیسیون ارتباطات فدرال ایالات متحده (FCC) بیان کرد که " اکنون، الگوریتم FDTD روش محاسباتی قابل قبولی برای مدلسازی SAR می‌باشد. این روش با مدل‌های بافتی که معمولاً از اسکن‌های MRI یا CT اسکن‌ها بدست می‌آیند، بسیار خوب انطباق می‌یابد. روش FDTD، انعطاف‌پذیری زیادی در مدلسازی ساختارهای ناهمگن بافت‌ها و اندام‌های تشریحی (مربوط به آناتومی) فراهم می‌کند. روش FDTD در بسیاری از کاربردهای الکترومغناطیسی میدان دور در سه دهه اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. با پیشرفت‌های اخیر در فناوری رایانه‌ای، این امر امکان پذیر شده است که از این روش برای کاربردهای میدان نزدیک برای ارزیابی دستگاه‌های فرستنده و گیرنده تلفن استفاده شود (۱).

جذب بیشتر MWR توسط کودکان

چند مطالعه وجود دارد که نشان می‌دهد کودکان نسبت به بزرگسالان MWR بیشتری را جذب می‌کنند. در سال ۱۹۹۶، یک مطالعه، گزارشی داد حاکی از اینکه MWR جذب شده در مغز کودکان سن ۵ تا ۱۰ سال نسبت به مغز بزرگسالان بطور متناسب عمیق‌تر است. در سال ۲۰۰۸، جو ویارت، یک محقق ارشد مخابرات فرانسه و آرنج، گزارشی ارائه نمود حاکی از اینکه بافت مغز کودکان، نسبت به بافت مغز بزرگسالان حدود دو برابر MWR بیشتری را جذب کرده است.

یک مطالعه در سال ۲۰۰۹ گزارشی داد حاکی از اینکه جذب CNS توسط کودکان بطور قابل ملاحظه‌ای (تقریباً دو برابر) بیشتر است. زیرا منبع RF (MWR) نزدیک‌تر بوده و لایه‌های پوست و استخوان نازک‌تر هستند و قرارگیری مغز استخوان تا حد زیادی با سن تغییر یافته و برای کودکان بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است (تقریباً ۱۰ برابر). در سال ۲۰۱۰، اندرا کریست و گروه وی گزارشی دادند حاکی از این که هیپوکامپوس و هیپوتالاموس کودکان، ۱.۶ تا ۳.۱ برابر و مخچه آن‌ها ۲.۵ برابر جذب MWR بیشتری نسبت به بزرگسالان دارد. مغز استخوان کودکان ۱۰ برابر تشعشع MWR بیشتری را نسبت به بزرگسالان جذب می کند . این محاسبات مبتنی بر اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در خوک از بین حیوانات قربانی شده می‌باشند.

۱.۳ تشعشع مایکروویو یک ماده سرطانزای (محتمل) رده ۲B است

پس از اینکه ۳۰ کارشناس از ۱۴ کشور این مسئله علمی را بررسی کردند، آژانس تحقیق بین‌المللی در مورد سرطان (IARC)، سازمان جهانی بهداشت (WHO) اعلام کرد که RF-EMF (MWR) یک ماده سرطانزای (محتمل) رده ۲B است. این یک اظهار تقریباً توافقی است. ۲۸۵ ماده از جمله MWR، توسط IARC به عنوان مواد سرطانزای رده ۲B فهرست شده‌اند. قرارگیری در معرض تقریباً، کلیه این مواد تنظیم شده است. برخی از مواد شناخته شده عبارتند از:

[1] microwave radiation

[2] finite-difference, time-domain

کربن سیاه، کربن تترا کلرید، کلروفورم، DDT، سرب، نیکل، مواد مسکن، استایرن، سوخت دیزل و بنزین. همانند دیگر مواد سرطانزای رده 2B، آیا همه به ویژه کودکان در معرض MWR قرار دارند؟

۱-۳-۱ کودکان زمانی که در معرض مواد سرطانزا قرار می گیرند، در خطر بیشتری هستند

کودکان زمانی که در معرض مواد سرطانزا قرار می گیرند نسبت به بزرگسالان در خطر بیشتری هستند و هرچه سن آنها کمتر باشد، این خطر بیشتر خواهد بود.

۱-۴ محدودیت های قرارگیری در معرض تشعشع

در سال ۱۹۸۸، FCC استاندارد ۱۹۹۱ IEEE (مؤسسه مهندسی برق و الکترونیک) را با برخی جزئیات براساس گزارش ۱۹۸۶ NCRP (شورای ملی حفاظت در برابر تشعشعات) به عنوان محدودیت‌های قرارگیری در معرض تشعشع در ایالات متحده اتخاذ نمود. ۱۹ سال پس از اینکه این استاندارد منتشر شد، براساس اسناد منتشرشده در ۲۴ و ۲۹ سال قبل، حد قانونی قرارگیری در معرض تشعشع ثابت مانده است. در عین حال در این دهه‌ها، یک حجم عظیم از مطالعات علمی منتشر شد که گزارشی از خطر دقیقاً در حد پائین از حد قانونی قرارگیری در معرض تشعشع داشت.

مؤسسه مهندسی برق و الکترونیک (IEEE) یک سازمان حرفه‌ای صنعت، همانند شورای ملی حفاظت در برابر تشعشعات (NCRP) می‌باشد. این سازمان نه مهارت پزشکی و نه مهارت بهداشت عمومی را دارا بود. در کشورهای اروپایی و چند کشور دیگر، محدودیت‌های قرارگیری در معرض تشعشع مبتنی بر دستورالعمل‌های کمیسیون بین المللی حفاظت در مقابل تشعشع غیریونیزه کننده (ICNIRP) در سال ۱۹۹۸ می باشد. این دستورالعمل‌ها مبتنی بر نشریات سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۸۷، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۴ می‌باشند. به عبارتی این دستورالعمل‌ها مبتنی بر نشریاتی که تا ۳۱ سال گذشته منتشر شده، می‌بودند، همانند IEEE و NCRP، ICNIRP یک سازمان بدون مهارت پزشکی و سلامت عمومی است. قابل توضیح است که هیچ دولت و منابع سرمایه‌گذاری آن شفاف نیستند.

۱-۴-۱ حدود IEEE ۱۹ ساله و ICNIRP ۱۷ ساله براساس یک پیش فرض نادرست هستند

محدودیت‌های قرارگیری بر مبنای این فرض می‌باشند که تنها اثر بیولوژیکی حاصل از قرارگیری در معرض MWR، گرمایش شدید (کوتاه مدت) کافی است که سبب آسیب رسیدن به بافت شود. هیچ توجه و رسیدگی در مورد اثرات ناشی از قرارگیری مزمن (طولانی مدت) در معرض تشعشعات نشده است. مقالات علمی بسیاری هستند که گزارش از اثرات بیولوژیکی مربوط به اثرات غیرحرارتی (بدون تغییر دمای قابل اندازه‌گیری) می‌دهند. در حقیقت، رساله ۴۸۰ صفحه‌ای ۱۰۲ IARC با سندیت علمی این را بیان می‌کند که MWR یک ماده سرطانزای (محتمل) رده 2B است، یک مختصر واقعی از این گونه مقالات است.

۱-۴-۲ الزامات پیروی از FCC با سیستم‌های آزمایشی کنونی سازگاری ندارند

FCC ملزم می‌کند که برای اهداف ارزیابی پیروی از دستورالعمل‌های SAR داخلی، دستگاه‌های قابل حمل باید آزمایش شده یا براساس وضعیت‌ها یا شرایط عملیاتی عادی ارزیابی شوند. اما گوشی‌ها در جیب‌های شلوار یا پیراهن آزمایش نشده‌اند. در نتیجه، هر راهنمای استفاده گوشی همراهی، این هشدارها را می دهد که گوشی باید در فواصل مختلف ازبدن قرار گیرد در غیر این صورت از محدودیت‌های قرارگیری انسان در معرض تشعشع ممکن است فراتر رود. در اینجا دو مورد از چندین مثال وجود دارد:

گوشی هوشمند BlackBerry Torch ۹۸۰۰ این اخطار را می‌دهد که " این گوشی را دستکم ۰.۹۸ اینچ (۲۵mm) دور از بدن خود (از جمله شکم زنان باردار و زیرشکم نوجوانان) نگه دارید. " " ناحیه زیرشکم " اشاره غیرمستقیم به بیضه‌ها و " شکم زنان باردار" اشاره غیرمستقیم به جنین دارد.

راهنمای استفاده گوشی آیفون ۵، در داخل گوشی جاسازی شده است. کاربران باید به قسمت تنظیمات رفته و وارد قسمت تنظیمات عمومی شوند، سپس به پائین صفحه به قسمت About رفته، وارد قسمت Legal شده و به بخش RF Exposure [MWR] رجوع کند که در این قسمت این طور نوشته شده که " برای کاهش قرارگیری در معرض انرژی RF، از گزینه هندزفری مانند اسپیکرفون‌های داخلی، هدفون‌ها یا سایر لوازم جانبی مشابه استفاده کنید. گوشی آیفون را دستکم ۱۰mm دور از بدن خود حمل کنید تا مطمئن شوید میزان قرارگیری در معرض تشعشع در حد مقادیر آزمایش شده یا کمتر از آن‌ها باقی می‌ماند.

۱-۴-۳ یک قانون فاصله ۲۰ cm برای تبلت‌ها و رایانه‌های لپ تاپ وجود دارد.

برای اهداف این الزامات، دستگاه‌های همراه توسط FCC، به عنوان فرستنده‌هائی تعریف می‌شوند که برای استفاده در محل‌هایی به جز محل‌های ثابت طراحی می‌شوند و عموماً به روشی بکار می‌روند که یک فاصله جداسازی دستکم ۲۰cm بطور معمول بین دستگاه‌های تشعشع‌کننده و بدن کاربر یا اشخاص نزدیک به آن حفظ گردد. بطور بدیهی، این قانون ۲۰cm مقررات " وضعیت کارکرد عادی " در بیان عبارت " یک فاصله جداسازی دستکم ۲۰cm حفظ گردد " را نقض می‌کند. در حقیقت، رایانه لپ تاپ مستقیماً به این اشاره دارد که رایانه لپ تاپ باید روی پایی قرارگیرد که فاصله آن ۲۰cm از کاربر نیست. استفاده رو به افزایش از تبلت در بین کودکان کم سن و سال در مدارس، این شرایط آزمایش شده نرمال را نقض می‌کند و هم‌چنین این کودکان دارای دستان کوتاه‌تری هستند که به آن‌ها اجازه نمی‌دهد تا دستگاه را ۲۰cm دور از بدن خود نگه دارند.

مواد و روش ها

ما مروری بر همه‌گیری تشعشع گوشی‌های همراهِ هم‌ترازِ بررسی شده از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ و تعیین میزان تشعشع گوشی همراه از دهه ۱۹۷۰ براساس یک

مقاله اخیر ، مطابق با اسناد دولتی مربوطه و سایر اسناد سیاستی، راهنماهای کاربری سازندگان و اسناد مشابه، انجام داده‌ایم.

نتایج

۳.۱. توسعه اولیه

در اینجا شواهدی از اثرات مضر ناشی از قرارگیری در معرض MWR در طی مراحل پیشرفتی اولیه هم در حیوانات و هم در انسان‌ها ارائه می‌دهیم.

۳-۱-۱ تشعشع روی جنین

در یک مطالعه دانشگاه پزشکی، موش‌ها از قسمت شکم در معرض MWR قرار داده شدند. این مطالعه گزارشی داد حاکی از اینکه این موش‌ها بیش فعال بوده-اند و بدلیل تغییر در برنامه‌ریزی رشدی عصبی، حافظه آن‌ها آسیب دیده است. این موش‌ها دارای انتقال پیوندگاهی گولوتامیکی آسیب دیده حساس در مقابل غلظت (دوز) در رشته‌های مغزی پارامیدال لایه V کورتکس جلوی مغز بوده‌اند. در طی بارداری، یک گوشی بالای هر قفسه در بالای بطری غذای آنها در فاصله ۴.۵ تا ۲۲.۳ سانتی متری از هر موش بسته به محل موش در قفس قرار داده شده تا موش‌ها را تحت تشعشع قرار دهد. نمونه‌های کنترل نیز تحت همان شرایط بودند اما گوشی فعال نبود. اثرات مشاهده شده مشابه نقص اختلال بیش فعالی (ADHD) درکودکان بود.

یک مطالعه ترکی در مورد قرارگیری شکم خرگوش‌ها در معرض تشعشع ۹۰۰MHZ ، گزارشی ارائه داد. نتایج نشان داد که تشعشع EMF در مرحله پیش‌زادی سبب یک کاهش در تعداد سلول‌های دانه‌ریز در چین سینوسی دندانه‌دار مغز خرگوش‌ها شد (P<۰.۰۱). این امر به این اشاره دارد که قرارگیری پیش‌زادی در معرض اثرات EMF ، ۹۰۰ MHz، بر پیشرفت سلول های دانه-ریز چین سینوسی دندانه‌دار مغز در هیپوکامپوس تأثیر می‌گذارد.

یک مطالعه در کشور چین به تحقیق اثرات MWR ساطع شده از گوشی‌ها بر CNS خرگوش در آزمایشگاه (سلول‌های عصبی غشایی) و در بافت زنده (مغز خرگوش) پرداخت (۲۰). سلول‌های عصبی میزان فوت بسیار بیشتری در دانسیته‌های توانی ۰.۰۵ mW/cm۲ و بالاتر داشتند. نتایج آزمایشگاهی، مرگ تدریجی افزایش یافته با تکه تکه شدگی DNA را ثابت کرد.

۳-۱-۲ ایجاد غشای چربی

یک غشای چربی پوشش دهنده رشته‌های مغزی به صورت یک عایق فعالیت برقی رشته‌های مغزی عمل می‌کند. در جنین‌های انسانی، اولین لایه از اواسط بارداری تا سن ۲ سالگی رشد کرده و تا بلوغ ادامه می‌یابد ایجاد غشای چربی مغز تا زمان بلوغ اولیه کامل نمی‌شود.

دو تحقیق وجود دارد که از بین رفتن غشای چربی را پس از تشعشع MWR گزارش دادند. یک تحقیق در سال ۱۹۷۲ از پرتلند، از بین رفتن چربی و تکثیر سلول گلیایی در خوک‌ها و خرگوش‌های گینه در اثر تشعشع ۳ گیگاهرتزی را گزارش داد.

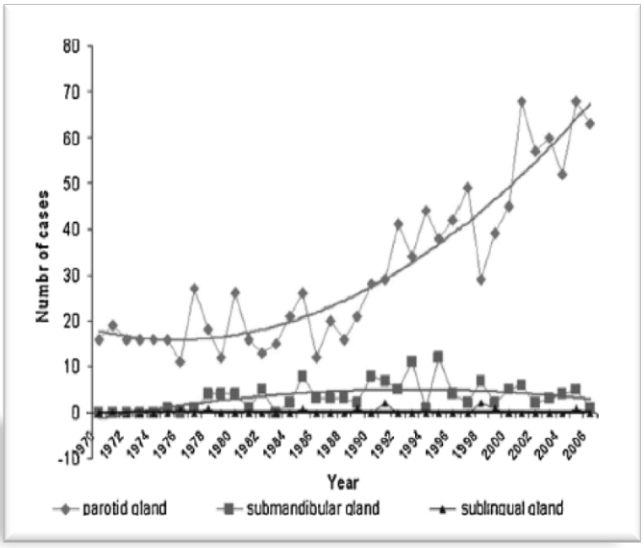
در سال ۱۹۷۷، سوئیتزر و میشل گزارشی دادند حاکی از تشعشع ۲.۴۵ گیگاهرتزی در خرگوش‌ها که سبب افزایش نابودی چربی در مغز خرگوش‌ها در طی ۶ هفته پس از تشعشع شد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که نتایج تحقیق ما و تحقیقات مرتبط که توسط دیگران انجام شده، نشان می‌دهد که تشعشعات MWR کم شدت می تواند به بی‌نظیم‌های ساختاری گذرا و طولانی مدت در بافت CNS منجر شده و می‌تواند به اختلالات هماتولوژیک مختلفی بیانجامد.

۳-۲ کودکان و نوجوانان

آیدین و همکارانش در یک تحقیق در مورد استفاده گوشی توسط کودکان و نوجوانان (سنین متوسط ۱۳ سال)، یک خطر سرطان مغزی و یک رابطه معنادار بین تشعشع و عکس العمل برای مدت بیش از ۲.۸ سال از اولین اشتراک گوشی OR=۲.۱۵, CI=۱.۰۷-۴.۲۹,p-trend=۰.۰۰۱، برای افزایش خطر با افزایش زمان از اولین اشتراکی که توسط اپراتور با بهره‌گیری از داده‌ها ثبت شد، (سوابق صورتحساب) گزارش دادند. در عین حال نتیجه‌گیری این تحقیق این طور می‌گوید که نبود یک رابطه بین تشعشع و عکس‌العمل برحسب میزان استفاده از گوشی همراه.....یک رابطه علّی را استدلال می‌کند. مشخص نیست که چرا این نتیجه گیری بطور مستقیم نتایج منتشر شده را نقص می‌کند. این تحقیق بطور جزئی توسط شرکت‌های گوشی‌های همراه حمایت مالی شد.

یک مطالعه سوئیسی گزارشی داد که زمانی‌که یک نوجوان یا جوان اولین استفاده از گوشی را آغاز کرد، یک خطر سرطان مغز را در همان سمت که گوشی قرار گرفته ایجاد کرد، OR = ۷.۸, CI = ۲.۲–۲۸, p < ۰.۰۱، و یک خطر تقریباً مشابه در همان سمت ناشی از استفاده از گوشی بی‌سیم را نیز نتیجه داد OR = ۷.۹, CI = ۲.۵–۲۵, p < ۰.۰۰۱.

یک تحقیق کره‌ای، خطراتی برای ADHD در کودکان در اولین رده سنی(سن های ۸-۷ سالگی) و پس از آن‌ها برای سنین ۱۳-۱۲ آشکار کرد (۲۵). خطر مریضی ADHD مربوط به استفاده از گوشی همراه برای تماس‌های صوتی بود اما این ارتباط به کودکانی محدود شد که در معرض سرب نسبتاً زیادی قرار گرفتند. در ازای یک میانگین زمان ۱/۲ تا کمتر از ۱ دقیقه در هر تماس تلفنی، OR=۵.۶۶, CI=۱.۳۱.-۲۴.۵۲ و برای تماس‌های بیش از یک دقیقه، نتایج OR = ۷.۲۰, CI = ۱.۳۷–۳۷.۹۱, P-trend=۰.۰۲ بدست آمد. برای کودکانی که برای بیش از ۳ دقیقه در روز بازی می‌کردند، یک خطر قابل ملاحظه‌ای برای ADHDدر گروه میزان سرب خون پائین وجود داشت OR = ۱.۹۴, CI = ۱.۳۰–۲.۸۹, p < ۰.۰۰۱,p-trend<۰.۰۰۱. در جایی دیگر ثابت شده است که تشعشع کم شدت MWR، نفوذپذیری مانع خون-مغز را افزایش می‌دهد (۲۸-۲۶). این امر به این اشاره دارد که کودکان در معرض سرب که از گوشی استفاده می‌کنند، ممکن است میزان سرب خون در مغز آنها افزایش یافته باشد.



شکل ۱. افزایش تومورهای غده بناگوشی نسبت به سایر تومورهای غده بزاقی در اسرائیل

۳-۲-۱ سرطان‌های سینه ناشی از قرارگیری گوشی همراه در سینه‌بند

یک مطالعه موردی گزارشی داد که در آن، ۴ زن گوشی‌های همراه خود را در سینه‌بند خود می‌گذاشتند که تشخیص داده شد دو نفر از آنها در سن ۲۱ سالگی و یک نفر در سن ۱۵ سالگی گوشی همراه خود را در سینه بند خود قرار می‌دادند. این امر به چند سرطان اصلی سینه درست در زیر محلی که گوشی قرار داده شده بود، منتج شد.

۳-۲-۲ تومورهای غده بناگوشی

غده بناگوشی یک غده بزاقی بزرگ در گونه، دقیقاً در کنار محلی است که گوشی کنار گوش نگه‌داشته می‌شود. یک تحقیق چینی گزارش از افزایش قابل توجه ریسک از لحاظ آماری از ۱۰ تا ۳۰ برابر ارائه کرد (۳۰). با گذشت بیش از ۱۰ سال از اولین استفاده گوشی، ریسک سرطان غده بناگوشی مخاطی نتایج OR = ۱۰.۶۳۱, CI = ۵.۳۰۶–۲۱.۳۰۰ و $p<10^{-10}$ را به همراه داشت. بطور مشابه برای ریسک سرطان غده مخاطی نتایجی بصورت OR = ۲۰.۷۲, CI = ۹.۳۷۹–۴۵.۸۲، $p < 10^{-13}$ و برای میانگین استفاده روزانه بیش از ۳.۵ ساعت، نتایجی بصورت OR = ۳۰.۲۵۵, CI = ۱۰.۷۹۹–۹۰.۴۵۶، $p < 10^{-10}$ حاصل گردید.

یک تحقیق مخابرات داخلی اسرائیل، ریسک قابل ملاحظه تومورهای غده بناگوشی را آشکار کرد. برای استفاده از گوشی در سمت این غده، نسبت‌های احتمالاتی در بالاترین رده تعداد تجمعی تماس‌ها و زمان تماس بدون استفاده از دستگاه‌های هندزفری، بترتیب ۱.۵۸ (سطح اطمینان ۹۵٪: ۱.۱۱، ۲.۲۴) و ۱.۴۹ (سطح اطمینان ۹۵٪: ۱.۰۵، ۲.۱۳) بودند.

مطالعه دیگری در اسرائیل ثابت کرد که بین ۳ غده بزاقی، تنها افزایش در غده بناگوشی بود (۳۲). تعداد کل سرطان‌های غده بناگوشی در اسرائیل، از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۶، ۴ برابر گردید....در حالیکه دو سرطان غده بزاقی دیگر ثابت ماند. شکل ۱، افزایش قابل ملاحظه در تومورهای غده بناگوشی را نسبت به سایر تومورهای غده بزاقی نشان می‌دهد. یک روزنامه در اسرائیل گزارشی داد حاکی از این‌که سرطان غذه بزاقی، که محققین گمان می‌کنند با استفاده گوشی ارتباطی دارد، بطور غیرمتناسبی در بین بیماران جوان شایع بود. یک پنجم از آن بیماران کمتر از ۲۰ سال بودند.

۳-۲-۳ آسیب اسپرم

شاید بیشتر از هر اثر نامطلوب دیگر تشعشع MWR بر سلامت، آسیب به اسپرم مستندترین اثر آن از جمله در مطالعات همه گیر شناسی آزمایشگاهی، بافت زنده و انسان باشد. یک تحقیق در سال ۲۰۰۵ با گردآوری داده‌های نوامبر ۲۰۰۲ تا مارس ۲۰۰۴، به بررسی تحرک اسپرم پرداخت. نسبت اسپرم متحرک پیشرونده با سرعت کم، با افزایش مدت زمان تماس روزانه بیشتر شد $p<0.01$.

یک مطالعه در مورد استفاده گوشی در بین مردانی که در یک کلینیک ناباروری مراقب می‌شدند، به این نتیجه ختم شد " استفاده از گوشی‌های همراه، کیفیت منی را در مردان با کاهش تعداد اسپرم، تحریک، تغییرپذیری و مورفولوژی نرمال تقلیل داد. کاهش در پارامترهای اسپرم، به مدت زمان روزانه قرارگیری در معرض تشعشع گوشی‌های همراه و کیفیت اولین منی بستگی دارد".

یک مطالعه ژاپنی گزارشی بدین صورت ارائه داد " این تحقیق، به ترتیب کاهش چشمگیر را در تعداد اسپرم ($p=0.004$) و تحرک آن ($p=0.003$) به دلیل قرارگیری در معرض تشعشع گوشی همراه نشان داد" .

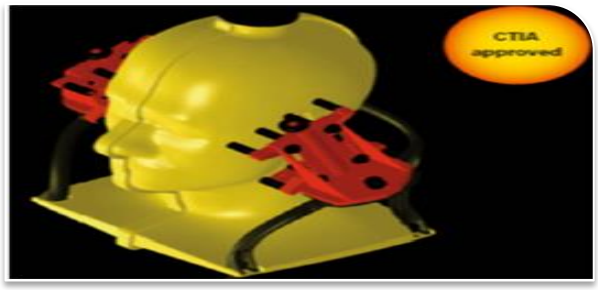
یک تحقیق در استرالیا به بررسی این امر پرداخت که سلول‌های اسپرم چگونه در اثر تشعشع MWR گوشی آسیب می‌بینند. نتیجه‌گیری این تحقیق این طور بیان کرد که RF-EMR (فرکانس رادیویی-تشعشعات الکترومغناطیسی) در محدوده دانسیته توانی و فرکانس گوشی‌های همراه، تولید گونه‌های اکسیژن واکنش پذیر میتوکوندریال را با اسپرم ماتوزوئید انسان افزایش داده، تحرک و حیات این سلول‌ها را کاهش می‌دهد در حالیکه تشکیل ترکیب اضافی مبنای DNA را و در نهایت تکه تکه شدگی DNA را تحریک می‌کند. این یافته‌ها دارای مفاهیم واضحی برای ایمنی کاربرد گسترده گوشی توسط مردان در سنین زاد و ولد که بطور محتمل بر باروری و سلامت و بهزیستی فرزند آن‌ها اثرگذار است، می‌باشد.

پورفسور استانتون گلانتز، پورفسور پزشکی دانشگاه کالیفرنیا، آموزشگاه پزشکی سن فرانسیسکو است. او همچنین مؤلف یک کتاب مشهور آماری مقطع فارغ التحصیلی، بنام ویرایش هفتم مبادی اولیه بیواستاتیک است (۳۸). با توجه به چهار تحقیق فوق در مورد آسیب اسپرم در اثر تشعشع MWR، او این طور نتیجه‌گیری می‌کند:

" با بهره‌گیری از کلیه اطلاعات، ما به بحث در مورد گوشی‌های همراه و اسپرم پرداختیم که بطور مطمئنی ما را به این نتیجه‌گیری می‌رساند که قرارگیری در معرض تشعشعات گوشی‌های همراه اثر مضری بر اسپرم خواهد داشت. "

یک تحقیق در مورد اسپرم انسانی با دمای کنترل شده که در فاصله ۳cmدر زیر یک لپ تاپ متصل به WIFI برای مدت ۴ ساعت قرار داده شده بود، گزارش گردید (۳۹). " نمونه‌های اسپرم نمونه دهندگان، اغلب اسپرم نرمال بودند، نمونه اسپرم‌های خارج از بافت زنده در معرض تشعشع لپ تاپ متصل به اینترنت بی

سیم برای مدت ۴ ساعت ، یک کاهش چشمگیر در تحرک اسپرم پیش‌رونده و یک افزایش در تکه تکه شدگی DNA اسپرم نشان داد. " این تحقیق به این نتیجه رسید که " قرارگیری اسپرم ماتوزوئید انسان خارج از بافت زنده در معرض یک تشعشع یک لپ تاپ متصل به اینترنت بی‌سیم، تحرک را کاهش داده و سبب تکه تکه شدگی DNA بدلیل اثر غیرحرارتی شد. ما این طور فکر می‌کنیم که گذاشتن یک لپ تاپ متصل به اینترنت بی‌سیم روی پا در نزدیکی بیضه ها، ممکن است منجر به کاهش باروری مرد شود."



شکل ۲. تصویر SAM. دستگاه‌های قرمز رنک، انبرک‌هایی برای نگه داشتن گوشی در محلی مشخص می‌باشند.(CTIA انجمن صنعت مخابرات سلولی است).

۳-۳ دوره‌های نهفتگی تومور

میانگین زمانی بین قرارگیری در معرض یک ماده سرطانزا و تشخیص یک تومور توپر ناشی از آن، ۳ دهه یا بیشتر است. تومورهای مغزی مانند سرطان ریه و بسیاری از تومورهای توپر دیگر، بطور میانگین دارای دوره‌های نهفتگی طولانی می‌باشد. بنابراین، ممکن است پیش از آنکه تومور در اثر قرارگیری در معرض تشعشع MWR در کودکان تشخیص داده شود، بوجود آید. بطور مثال، تحقیقی در اسرائیل که نشان دهنده رابطه معکوس ریسک تومور با سن بود، دوره‌های نهفتگی طولانی برای تومور نشان داد. (۸). بطور معکوس مطالعه آیدین و همکارانش دارای دوره‌های نهفتگی نسبتاً کوتاهی بود.

تشریح مطالب

۴-۱ تأیید محدودیت قرارگیری در معرض دستگاه بی‌سیم

FCC دو فرآیند را برای تأیید این‌که دستگاه بی‌سیم محدودیت قرارگیری الزامی را رعایت می‌کند، تأیید کرده است:

فرآیند شبیه‌سازی رایانه‌ای

فرآیند مانکن ویژه انسان‌نما[۳] (SAM)

فرآیند شبیه‌سازی رایانه‌ای در بالا تشریح گردید. فرآیند SAM مبتنی بر مانکن پلاستیکی است که ۱۰٪ از بزرگترین سربازان نظامی ایالات متحده را در سال ۱۹۸۹ نشان می‌دهد. هر سر کوچکتر از SAM، MWR بیشتری را (تقریباً ۹۷٪ از جمعیت ایالات متحده) جذب خواهند کرد (۱۷). یک مایع با مشخصات جذب میانگین بالغ ۴۰ بافت سر، در یک سوراخ در بالای سر تزریق شد. یک بازوی روباتیک با یک شاخص میدان الکتریکی در داخل مانکن قرار داده شد تا محل شدیدترین میدان الکتریکی در هر حجم $1cm^3$ مشخص شود. یک گوشی همراه تأیید شده، در هر طرف SAM با انبرک نگه داشته شد (شکل ۲). مقادیر میدان‌های الکتریکی به منظور محاسبه حداکثر میزان جذب ویژه[۴] (SAR) بیشینه فضایی برای هر یک گرم از بافت (معادل حجم ۱ مترمکعب) بکار گرفته می‌شوند. اگر حداکثر SAR برابر یا کمتر از محدودیت قرارگیری ۱.۶W/kg باشد، گوشی برای فروش بدون توجه به رواداری مجاز ±۳۰٪ فرآیند تأیید SAM تأیید می گردد (۴۱). جدول ۱، ظرفیت‌های دو فرآیند تأیید گوشی همراه را مقایسه می‌کند.

همان طور که می‌توان در جدول ۱ مشاهده نمود، فرآیند SAM نمی‌تواند جذب MWR را آنطور که بوسیله SAR در هر دسته به جز هزینه نسبی و وضوح صدا اندازه‌گیری شده، تعیین کند. با این حال، فرآیند SAR بطور انحصاری برای تأیید هر گوشی همراه تا کنون بکار گرفته شده است.

جدول ۱. یک مقایسه ظرفیت اندازه گیری **SAR** با استفاده از فرآیند تأیید شبیه‌سازی رایانه‌ای یا فرآیند تأیید **SAM** برای شرایط مختلف قرارگیری در معرض تشعشع

Attribute	SAM process	FDTD process	Comments
Children's exposure	No	Yes	Multiple ages
Pregnant women's exposure	No	Yes	1, 3 and 9 months
Female exposure	No	Yes	
Specific tissue parameters	No	Yes	
3-D resolution	~1 cm^3	<1 mm^3	
Relative cost	Higher	Lower	
Medical implant exposure	No	Yes	
Testicle exposure	No	Yes	
Female breast exposure	No	Yes	With and without wire frame bra
Eye exposure	No	Yes	With and without wire frame eyeglasses
Thyroid gland exposure	No	Yes	With and without metal necklace
Parotid gland exposure	No	Yes	With and without dental braces

۴-۲ هشدارهای راهنمای کاربر گوشی و قانون فاصله ۲۰ cm

با وجود یک مقررات FCC، به منظور ارزیابی تبعیت از دستورالعمل‌های SAR داخلی، دستگاه‌های قابل حمل باید براساس وضعیت‌ها یا شرایط کارکرد عادی آزمایش یا ارزیابی گردند (۱۵). این مقررات توسط FCC نادیده گرفته شده است. نگه‌داشتن یک گوشی در یک فاصله مشخص از بدن شما، براساس وضعیت‌های کارکرد عادی نیست!

برای رایانه‌های لپ تاپ، تبلت‌ها و دستگاه‌های مشابه، یک محدودیت قرارگیری که از فاصله ۲۰ cm شروع می شود، براساس وضعیت های کارکرد عادی نمی باشد. در حقیقت، کلمه خاص لپ تاپ، وضعیت کارکرد عادی را تعریف می کند که زمانی که روی پا قرار می گیرد، در فاصله ۲۰ cm نمی‌باشد.

۴-۳ افزایش میزان بروز سرطان مغزی

مطالعاتی وجود دارد که نشان می‌دهند ریسک سرطان مغزی در اثر استفاده از گوشی بی‌سیم، افزایش می‌یابد. این یک مشکل رایج است. بدترین سرطان مغزی بنام گلیوبلاستوما، در ایالات متحده و دانمارک افزایش یافته است. میزان بروز سرطان مغزی در سال‌های اخیر در استرالیا بیشتر شده است. این نتایج مبتنی

[۳] Specific Anthropomorphic Mannequin

[۴] Specific Absorption Rate

بر میزان بروز سرطان مغزی حاصل از موارد ثبت شده سرطان در هر کشور است.

یک تحقیق در ایالات متحده به بررسی سه سرطان ثبت شده پرداخت. این تحقیق، میزان بروز این سرطان را بین سال های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶ بررسی نمود و تغییر درصدی میانگین (APC) را در طی این سال‌ها گزارش کرد. نتایج از این قرار بود: افزایش AAIR (میزان بروز تنظیم شده با سن) تومورهای GBM[۵] قدامی (۰.۰۰۱ ≥ p ,۳.۰٪–۲.۴+ APC) و شقیقه‌ای ≥ p ,۲.۳٪–۱.۳+APC (۰.۰۲۷) در بین کلیه سرطان‌های ثبت شده مشاهده شد.....AAIR برای GBMهای مخچه‌ای براساس CCR افزایش یافت. < p,۱۱.۹٪+ APC) (۰.۰۰۱. تحقیقی در استرالیا گزارشی بدین صورت ارائه کرد " یک افزایش چشمگیر کلیه در تومورهای مغزی بدخیم اصلی در دوره تحقیق بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ (APC, ۳.۹; ۹۵٪CI,۲.۴–۵.۴) و به ویژه از سال ۲۰۰۴ مشاهده گردید (AAPC کلی، ۲.۶–۵.۲ CI, ۹۵٪ ;۳.۹).

۴-۴ فروش اسباب بازی برای اطفال و کودکان نوپا

آیپد، تبلت، رایانه‌های لپ تاپ و گوشی‌های همراه اسباب‌بازی کودکان به شمار نمی‌آیند. در فاصله ۲۰ cm از دستگاه‌ها، فاصله آیپدها و رایانه‌های لپ تاپ ممکن است از محدودیت قرارگیری بگذرد. شکل ۵-۳، مثال‌هایی از اسباب بازی‌های قابل فروش می‌باشد (بسیاری از اسباب‌بازی‌های مشابه دیگری نیز وجود دارد).

۴-۵ جنون دیجیتال

از جنون دیجیتال هم چنین به عنوان FOMO (ترس از فراموشی) نیز یاد شده است که یک نگرانی واقعی محسوب می‌شود. یک مقاله مروری مربوط به یک نشریه علمی، این مسئله را بصورت بسیار عمیقی تشریح می‌کند. یک مطالعه تجربی در مورد این مسئله در سال ۲۰۱۳ منتشر گردید.

شکل ۳. یک آیپد در داخل یک جغجغه. ملاحظه می‌گردد که دستگاه دقیقاً در بالای بیضه‌هاست

شکل ۴. دو در یک با یک جای کار برای آیپد

شکل ۵. یک آیپد برای سرگرم کردن نوزاد

۴-۶ اخطاریه‌های دولتی

بسیاری از کشورها، اخطاریه‌ای در مورد استفاده گوشی همراه توسط کودکان صادر کرده‌اند. نمونه‌هایی از این اخطاریه در زیر مشاهده می‌گردد:

ترکیه، ۲۰۱۳: آکسوی حسین، استاندارد استان سامسون، اعلام می‌کند که وی یک کمپین گوشی همراه را راه اندازی خواهد کرد تا سبب آگاهی از خطرات آن شود.

بلژیک، ۲۰۱۳: وزیر بهداشت عمومی، فروش گوشی همراه را با کودکان زیر ۷ سال ممنوع اعلام می‌کند. تبلیغات نیز در حین برنامه‌های تلویزیونی کودکان ممنوع می‌باشد.

استرالیا، ۲۰۱۳: دولت فدرال یک حقیقت نامه را تهیه کرده که به شهروندان روش‌هایی برای کاهش قرارگیری در معرض دستگاه های بی سیم ارائه می‌کند. نمایندگان دولت در خصوص محدودسازی تماس کودکان با گوشی همراه به والدین مشورت خواهد داد.

[۵] lobe glioblastoma multiforme

فرانسه، ۲۰۱۰: قوانین، تبلیغات گوشی همراه را برای کودکان زیر ۱۲ سال غیرقانونی می‌سازند.

نتیجه گیری : ریسک تماس با دستگاه تشعشع کننده امواج مایکروویو برای کودکان و نوجوانان قابل توجه است. بزرگسالان در معرض خطر کمتر اما بسیار واقعی قرار دارند.

کودکان نسبت به بزرگسالان، تشعشع مایکروویو (MWR) بیشتری را جذب می‌کنند.

MWR یک ماده سرطانزای (محتمل) رده ۲B همانند کربن سیاه، کربن تتراکلرید، کلروفوم، DDT، سرب، نیکل، مواد مسکن، استارین، سوخت دیزل و بنزین می‌باشد. به نظر بدیهی است که ما نمی‌خواهیم کودکان را در معرض مواد دیگر قرار دهیم پس چرا بخواهیم آنها را در معرض تشعشات مایکروویو قرار دهیم؟

جنین‌ها حتی نسبت به کودکان آسیب پذیرتر هستند. بنابراین زنان باردار باید از قرار دادن جنین خود در معرض تشعشات مایکروویو خودداری کنند.

دختران نوجوان و زنان نباید گوشی‌های همراه خود را در سینه بند یا مقنعه (یا روسری) خود قرار دهند.

هشدارهای راهنمای کاربر گوشی همراه، تصریح می‌کنند که یک مشکل (ناشی از) تماس بیش از حد وجود دارد.

دستگاه‌های بی‌سیم، فرستنده‌های رادیویی هستند نه اسباب بازی. فروش اسباب بازی‌هایی که از آن‌ها استفاده می‌کنند باید ممنوع شود.

اخطاریه‌های دولتی صادر شده‌اند اما اغلب مردم از این گونه اخطاریه‌ها ناآگاه هستند.

محدودیت‌های قرارگیری ناکافی بوده و باید طوری اصلاح شوند که کافی باشند

درباره نجوم وکیهان-شناسی(اصغر کارگر)

پیش گفتار

علم نجوم نخستین دانشی است ک بشر به آن توجه کرده.آشنایی با تاریخ علم نجوم سبب می‌شود تا انسان‌ها متوجه شوند که اکتشاف بشر به طور مستقیم و یا غیر مستقیم وابسته به علم نجوم می‌باشد. با نگاه کردن به آسمان بشر متوجه شد که حرکت سیارات به دور خورشید به صورت بیضی می‌باشد و همین سبب کشف معادلات دایره ، بیضی و غیره شد. و در نتیجه باعث پیشرفت چشمگیر در علوم پایه گردید. درحال حاضر هم تاثیرعلم نجوم را در صنعت و تکنولوژی شاهد هستیم. بطور مثال حسگر ccd (ابزاری که بر اساس اثر فوتوالکتریک حرکت بارهای الکتریکی را به تصویر دیجیتال تبدیل می‌کند)برای استفاده در اخترشناسی توسعه داده شده بود. دردوربین موبایل و دوربین‌های مدار بسته استفاده می‌شود، تلسکوپ‌های فضایی باعث پیشرفت ماهواره‌ها شده است. چرا که هر دو به فناوری و سخت افزار مشابه نیاز دارند. همانطورکه اخترشناسان تلاش می‌کنند اجرام کم نور را مشاهده کنند. پزشکان نیز تلاش می‌کنند اندام هایی را ببینند که پشت اندام دیگر بدن محو شده است به همین دلیل بسیاری از پیشرفت‌های اختر شناسی به نوعی دیگر در پزشکی مورد استفاده هستند. در این مقاله بر آنیم که ابتدا با اجرامی که شب هنگام در آسمان مشاهده می‌کنیم آشنایی نسبتا کاملی پیدا کرده و در شماره‌های دیگر مجله با نحوه نگاه کردن به آسمان و استفاده از نقشه آسمان درهر فصل آشنا شویم.

ستاره چیست؟

آیا می‌دانید که تمام ستاره‌ها خورشیدند آنها گوی‌های گازی و سوزانی همانند خورشیدند که به لحاظ فاصله زیادشان به صورت یک نقطه دیده می‌شوند،حتی اگر آنها را با قوی‌ترین تلسکوپ هم مشاهده کنیم. در مرکز هر ستاره کوره اتمی بسیار بزرگی وجود دارد، که با ایجاد انرژی، ستاره را درخشان می‌کند. ستاره‌ها ممکن است تا قبل از نابودی میلیون‌ها سال پیوسته بدرخشند.

خیلی از ستاره‌ها رنگ‌های قابل توجهی دارند مثلاً قلب‌العقرب، ابط‌الجوزا، والدیران که به رنگ قرمز- نارنجی جلوه می‌کنند. رنگ ستاره‌ها در مورد حرارت آن‌ها به ما اطلاعاتی می‌دهد.حرارت ستاره‌های نارنجی و قرمز با حرارت خورشید که زرد و سفید است یکسان نیست. داغ‌ترین ستاره‌ها آبی= سفید به نظر می‌رسند. مانند رجل الجبار، سماک اعزل و نسر واقع. ستاره‌ها اگر از درون دوربین دوچشمی یا تلسکوپ مشاهده شود تمایز رنگ بیشتری دارند.

باید دانست که چشمک زدن ستاره‌ها ارتباطی به خود آن‌ها ندارد. این پدیده مربوط به جریان هوا در جو زمین است. که همانند اثر گرما بر هوای مجاور پوسته زمین در تابستان عمل می‌نماید. به نظر می‌رسد که ستاره‌ها هرچه به افق نزدیک‌تر باشند بیشتر چشمک می‌زنند زیرا نور آن‌ها از جو قطورتری عبور می‌کند ستاره‌های روشن‌تر در موقع چشمک‌زدن رنگین‌تر به نظر می‌آیند. و رنگ آنها از قرمز تا آبی متغیر است. این رنگ‌ها در اثر شکسته شدن نورستاره در درون جو زمین ظاهر می‌شود.

سیاره چیست؟

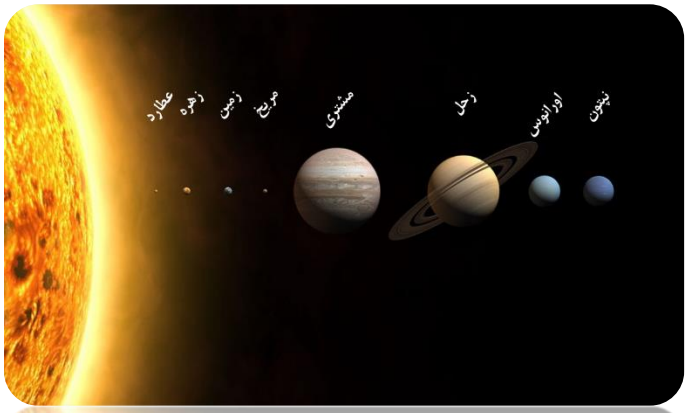
هشت سیاره به همراه زمین به دور خورشید می‌گردند. تفاوت اساسی بین ستاره و سیاره در این است که ستاره از خود نور افشانی می‌کند ولی سیاره این عمل را انجام نمی‌دهد. علت اینکه سیارات هم می‌درخشند این است که نور خورشید را از سطح خود بازتاب می‌کنند. سیارات ممکن است شامل پوسته سخت و سنگی مانند زمین باشند و یا مانند مشتری و زحل از گاز تشکیل شده باشند. سیارات پیوسته در حال حرکتند بنا بر این نمی‌توان آن‌ها را روی نقشه‌های آسمان نشان داد. سه سیاره خیلی دور منظومه خورشیدی، یعنی اورانوس، نپتون و پلوتو به لحاظ فاصله زیاد ، با چشم و بدون کمک ابزار نجومی دیده نمی‌شوند. درونی-ترین سیاره یعنی عطارد به علت نزدیک بودن زیاد به خورشید فقط در شامگاه یا صبحگاه قابل رؤیت است. بنا بر این تنها چهار سیاره را می‌توان در آسمان شب دید. که عبارتند از زهره، مریخ، مشتری و زحل.

به دو دلیل زهره درخشان‌ترین سیاره است: یکی اینکه می‌تواند به کمترین فاصله از زمین برسد. و دوم به لحاظ ابر غلیظی که اطراف آن را پوشانده، خاصیت شدید بازتاب نور در آن وجود دارد. زهره در اصطلاح عموم ستاره صبحگاهی یا شامگاهی نامیده می‌شود زیرا معمولاً آن را بعد از غروب خورشید و یا قبل از طلوع آفتاب در آسمان می‌بینیم. زهره در گردش به دور خورشید می‌تواند مانند کره ماه "اهله" نیز داشته باشد. که این حالات با تلسکوپ‌های کوچک و با دوربین‌های دوچشمی قابل تشخیص است.

مشتری دومین سیاره درخشان از دیدگاه زمین است. مشتری بزرگترین سیاره در منظومه خورشیدی است. که با دوربین دوچشمی می‌توان سطح آن را به همراه چهار قمر درخشانش دید.

مریخ در اوقاتی که به زمین نزدیک است درخشان و قرمز رنگ به نظر می رسد. اما به لحاظ کوچکی نمی‌توان با تلسکوپ‌های ضعیف عوارض سطح آن را مشاهده کرد. ولی زحل در حالتی که به زمین خیلی نزدیک می‌شود مانند یک ستاره در خشان به نظر می‌رسد و با دوربین دوچشمی حلقه‌ها در مناطق استوایی‌اش را می‌توان تشخیص داد.

اغلب گفته شده است که سیارات چشمک نمی‌زنند. این مطلب همیشه صادق نیست، چون چشمک‌زنی بعضی از آن‌ها را در شب‌هایی که هوا پاک و مناسب است می‌توان دید. ولی از آنجا که سیارات فقط به صورت یک نقطه نیستند لذا چشمک زدن آنها نسبت به ستاره‌ها ضعیف‌تر است.



تصویری از منظومه شمسی در این تصویر ابعاد و فاصله سیارات از خورشید نشان داده شده

صورت‌های فلکی

در حدود ۴۵۰۰ سال قبل مردمان شرق مدیترانه شروع به تقسیم‌بندی آسمان به نقوشی ساده و قابل شناسایی نمودند، و به این تقسیم بندی‌ها نام‌های خدایان، قهرمانان و جانوران افسانه‌ای را نهادند. این نقوش امروزه صورت فلکی خوانده می‌شوند. تقسیم بندی و نامگذاری یاد شده برای دریانوردان و کشاورزان به منظور آگاهی از وقت شب یا فصل سال مفید بوده است. در زمان بطلیموس، ستاره‌شناس یونانی‌الاصل که حدود ۱۵۰ سال بعد از میلاد می‌زیسته تعداد این صورت‌های فلکی ۴۸ مورد بوده.

از آن زمان تا کنون منجمان گوناگون سعی کردند صورت‌های فلکی دیگری برای پرکردن مکان‌های خالی بین آنها معرفی کنند. بسیاری از این صورت‌های فلکی جدید مربوط به نیمکره جنوبی آسمان است که یونانی‌ها قادر به دیدار آن‌ها نبودند. در ضمن بعضی از اسامی جدید پذیرفته نشده‌اند و سعی شده که بقیه به صورت تلفیقی از مجموعه اسامی انتخاب شوند ضمن اینکه مرزهای تعدادی نیز تغییر کرده است. با این روش تعداد صورت‌های فلکی که همه آسمان را می‌پوشاند به ۸۸ رسیده است. اینها دارای شکل‌های متفاوت و ابعاد گوناگونی هستند که در کنار هم چیده شده‌اند. در ضمن به همه صورت‌های فلکی نام لاتینی داده‌اند. به منظور یکنواختی اسامی صورت‌های فلکی و محدوده آنها را شورای حاکم اتحادیه بین‌المللی ستاره‌شناسی تعیین و تایید کرده است.

ستاره‌های هر صورت فلکی معمولاً با هم ارتباطی ندارد. و در فواصل مختلف از ما و از یکدیگر قرار گرفتند(به شکل مراجعه شود) بنا بر این شکلی را که می‌سازد اساساً تصادفی است. موضوعی که بعضی از آغازگران ستاره‌شناسی آماتوری را کمی نگران می‌کند، این است که بعضی شکل‌ها با اسامی مطابقت نمی‌کند. لذا صورت‌های فلکی نه به خاطر شکلشان بلکه از نظر راحتی پیدا کردن اجرام آسمانی مورد پذیرش و استفاده قرار می‌گیرند.

صور فلکی تصاویر ذهنی از ستارگان

نامگذاری ستارگان

اسامی ستاره‌های درخشان و پاره‌ای از ستاره‌های کم نور آسمان دارای تلفظ نا آشنا و بیگانه‌اند. سایر ستاره‌ها نیز بر اساس حروف و شماره شناخته می‌شود. این نامگذاری‌ها در گذشته از راه‌های متفاوت و به شرح زیر انجام پذیرفته است.

نام تعدادی از ستاره‌ها بر می‌گردد به زمان یونانی‌ها و رومی‌ها. مثلاً نام درخشنده‌ترین ستاره آسمان"Sirius" یا شعرای یمانی به چشمک‌زدن یا سوزان بودن و تلألو آن مربوط بوده است. نام ستاره‌های درخشان دیگری مانند قلب‌العقرب"Antares" (در انگلیسی معادل رقیب مریخ) به رنگ قرمز تند آن مربوط بوده است و در عربی و فارسی به لحاظ قرار گرفتن در محدوده قلب در شکل عقرب نام آن قلب‌العقرب است. درخشنده‌ترین ستاره در صورت فلکی

سنبله(خوشه یا دوشیزه) به نام سماک اعزل" Spisa"برگرفته از معنای لاتین خوشه ذرت بوده که در تصویر الهه سنبل نشان داده شده است و در فارسی شاید بتوان آن را ماهیگیر بی سلاح ترجمه کرد.

اما نام اکثر ستاره‌ها در اصل عربی است و در قرون وسطی و زمانی که اعراب اسپانیا را فتح کردند به اروپا ارائه شده‌اند مثلاً الدبران واژه‌ای عربی معادل تعقیب‌کننده است. که به علت تغییر کردن خوشه پروین در آسمان به کار گرفته شده. نام فم‌الحوت از معنای عربی "دهان ماهی" و به لحاظ موقعیت آن در صورت فلکی حوت جنوبی یا ماهی جنوبی اخذ شده است. نام ابطالجوزا یا یدالجوزا می‌تواند تحریف شده کلمه عربی یدالجوزا به معنای دست جبار باشد.

در مجموع چند صد ستاره دارای نام‌های مخصوصی هستند که فقط نام تعداد کمی از آنها مورد استفاده ستاره‌شناسان قرار می‌گیرد. معمولاً ستاره شناسان به جای نام ستاره از حروف یونانی استفاده می‌کنند. که در سال ۱۶۰۳ یوهان بایر آن‌ها را به این منظور به کار برد این حروف به نام حروف بایر معروف شده‌اند. در این شیوه ابطالجوزا به نام آلفای جبار به مفهوم آلفا از صورت فلکی جبار خوانده می‌شود. نوع دیگر شناسایی ستاره‌ها با شماره‌هایی صورت می‌گیرد که در فهرست ستاره‌شناس انگلیسی جان فلا مستید معروف و برای ستاره‌های کم فروغی به کار می‌روند. که در روش حروف بایر جا ندارند؛ مانند ۶۱ دجاجه. ستاره‌های بسیار کم‌نور و ضعیف که در این شیوه نمی‌گنجد یا ستاره‌هایی با خصوصیات منحصر به فرد در فهرست نام‌های اختصاصی با شماره‌های مخصوص آورده می‌شوند.

ستارگان چقدر دور هستند

ستارگان آنقدر از ما دور هستند که مجبوریم فاصله آن‌ها را به جای کیلومتر و یا مایل با زمان رسیدن نورشان به زمین اندازه‌گیری کنیم. در کیهان نور سریع‌ترین سرعت را دارد که معادل با ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه می‌باشد(بر حسب مایل برابر است با ۱۸۶ هزار مایل در ثانیه) مدت زمانی که طول می‌کشد نور از ماه به زمین برسد کمی بیشتر از یک ثانیه است و در مدت زمان ۸.۳ دقیقه نور از خورشید به سطح زمین می‌رسد. در ضمن نور نزدیک‌ترین ستاره به منظومه خورشیدی یعنی آلفا قنطورس ۱.۴ سال به زمین می‌رسد. .بنا براین می‌گوییم فاصله ستاره آلفا قنطورس تا زمین ۴.۳ سال نوری است. یک سال نوری معادل ۹.۵ میلیون میلیون کیلومتر است. فاصله ستاره آلفا قنطورس تا زمین برابر با ۴۰ میلیون میلیون کیلومتر می‌باشد. با این حساب برای سریع‌ترین سفینه به منظور رسیدن به نزدیک‌ترین ستاره یعنی آلفای قنطورس ۸۰ هزار سال زمان لازم است لذا در شرایط حاضر امیدی به دسترسی به ستارگان وجود ندارد.

بیشتر ستاره‌هایی که با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند در فاصله چندین ده سال نوری تا چند صد سال نوری از ما قرار می‌گیرند. شاید باعث تعجب باشد که بدانیم نوری که شب‌ها از ستارگان به چشم ما می‌رسد همگی قدیمی و گاهی مربوط به هزارها سال پیش است. دورترین ستاره‌ای که میتوان با چشم معمولی دید در فاصله بیش از هزار سال نوری قرار دارد. مانند ستاره دنب از صورت فلکی دجاجه (قو) تعدادی از ستارگان صورت فلکی جبار در چنین فواصل دوری تنها ستارگان درخشانی هستند که درخشندگی آن‌ها بیش از ۵۰ هزار برابر خورشید است، که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده‌اند. در سر دیگر این مقیاس سنجش، ستاارگان کم فروغی قرار دارند که شدت گسیل نور از آن‌ها کمتر از یک هزارم خورشید است. و حتی نزدیک‌ترین آن‌ها را هم بدون تلسکوپ نمی‌توان دید.

درخشندگی ستارگان

درخشندگی ستاره‌های قابل دید با چشم غیرمسلح نظیر شعرای یمانی هزار بار بیشتر از ستارگان بسیار کم فروغ است. **قدر**، اصطلاحی است که ستاره شناسان برای تعیین درخشندگی به کار می برند. قدر یکی دیگر از مقیاس‌های نجومی است.

ستاره‌هایی که با چشم معمولی دیده می‌شود از نظر طبقه‌بندی تا مرتبه ۶ می‌رسند یعنی از قدراول (درخشنده‌ترین) تا قدر ششم (کم فروغ ترین) تفاوت پنج قدر، معادل ۱۰۰ برابر درخشندگی تعریف می‌شود؛ بنا بر این اختلاف یک قدر، با ۲.۵ برابر بودن درخشندگی مطابقت دارد. تفاوت دو قدر مطابق با ۶.۲۵ برابر یعنی ۶.۲۵=۲.۵×۲.۵ست. قدر سه معادل است با ۱۵.=۲.۵×۲.۵×۲.۵ ۶۲۵. برابر و الی آخر.

ستاره‌ای با درخشندگی ۲.۵ برابر قدر یک، دارای قدر صفر است. اجرام درخشنده‌تر دارای قدرهای منفی هستند. مثلاً شعرای یمانی درخشنده‌ترین ستاره آسمان دارای قدر منهای ۴۴.۱ است.

سامانه تقسیم‌بندی قدر را می‌توان به طور نامحدود برای اجرام درخشنده و یا ضعیف ادامه داد مثلاً خورشید دارای قدر منهای ۲۷ است. اجرام کم فروغ‌تر از قدر شش در درجه بندی قدرهای هفت، هشت و مانند آن قرار می‌گیرند. ضعیف‌ترین جرمی که می‌توان از روی زمین با تلسکوپ تشخیص داد دارای قدر ۲۵ است.

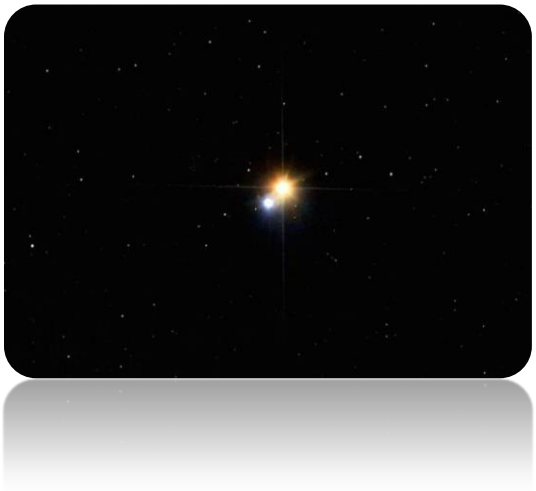
ستارگانی دارای قدر کمتر هستند، درخندتزند

ستاره‌های دوتایی به چه ستاره‌هایی گفته می‌شود؟

اغلب ستاره‌ها آن طور که با چشم غیر مسلح به نظر می‌رسند، تکی نیستند. بلکه دارای یک یا چند ستاره همدم‌مند که ممکن است آن‌ها را از درون تلسکوپ یا دوربین دوچشمی دید.قابلیت مشاهده ستاره‌های همدم بستگی به درخشندگی و فاصله آنها نسبت به ستاره اصلی دارد. هرچه ستاره‌ها به هم نزدیک‌تر باشند برای تفکیک نیازمند تلسکوپ قوی‌تری هستیم.

معمولا اعضای یک خانواده ستاره‌ای در فاصله کم و بیش یکسانی از ما قرار می‌گیرند. و مانند گردش سیارات بر گرد خورشید به دور یکدیگر می‌چرخند.**یک جفت ستاره را که به طور قاطع به هم وابسته‌اند ستاره دوتایی می‌خوانند،** اما در مواردی هم یک ستاره در نزدیکی راستای دید ستاره دیگر قرار می‌گیرد و ممکن است فاصله بسیار زیادی هم از یکدیگر داشته باشند. که به این قبیل ستاره‌های **دوتایی بصری** می‌گویند.

یکی از جاذبه‌های ستارگان دوتایی و چند تایی رنگ‌های متنوع و گوناگون آن‌ها است. مثلاً یکی از دوتایی‌های زیبا منقار دوجاجه در صورت فلکی دجاجه است که ستاره‌هایی به رنگ زرد کهربایی و سبز را در بر می‌گیرد و بی شباهت به رنگ چراغ‌های راهنمایی نیست.

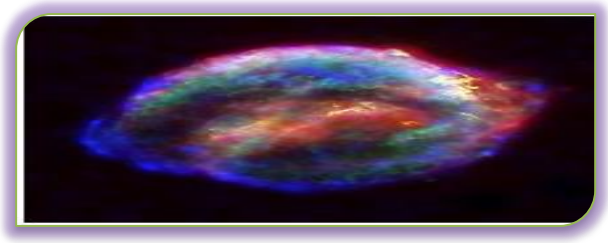


دوتایی معروف آلبیرو در صورت فلکی قو دو ستاره به رنگ‌های طلایی و آبی

ستارگان متغیر

همه ستاره‌ها از نظر درخشندگی ثابت نیستند. درخشندگی بعضی از آن‌ها از یک شب تا شب دیگر و یا حتی از ساعتی به ساعت دیگر تغییر می‌کند. تغییرات درخشندگی ستاره ابطالجوزا در حد یک واحد قدر(حدود ۲.۵ برابر) بین حداکثر و حداقل آن است. که امکان دارد چند ماه یا حتی چند سال طول بکشد. تحقیق در مورد میزان نور خروجی ابطالجوزا به علت تغییر در اندازه این ستاره رخ می دهد، هرچند تغییرات ستاره ابطالجوزا روندی منظم ندارد ولی برعکس ضربان و تغییرات بعضی از ستاره‌ها در چند روز یا هفته چنان منظم است که می‌توان آن را به تپش قلب موجود زنده تشبیه کرد. این قبیل ستاره‌ها را "متغیرهای قیفاووسی" می‌نامند و نظم شان به قاعده‌ای است که هرچه دوره تغییرات طولانی‌تر باشد تابندگی آنها هم بیشتر است.

بعضی از ستاره‌ها که درخشندگی آن‌ها به ظاهر تغییر می‌کند، در واقع زوج‌هایی هستند که در زمان‌های معینی یکی از آنها باعث اختفای دیگری و در نتیجه مانع رسیدن نور دیگری به ما می‌شود. یکی از نمونه‌های شناخته شده آن‌ها که به "دوتایی گرفتی" معروفند. ستاره راس‌الغول از صورت فلکی پرسیاوش است. که روشنی آن با میزان یک سوم در هر دو روز و ۲۰ ساعت و ۴۹ دقیقه کم میشود. نواخترها یعنی مشخص‌ترین نوع متغیرها، ستارگانی هستند که ناگهان هزاران بار بیشتر از معمول نورانی و شعله‌ور می شوند. چند روزی به درخشندگی ادامه می دهند و رفته رفته محو می‌شوند. واژه نواختر در لاتین به معنای نو و جدید است. و علت این نامگذاری آن است که در گذشته فکر می‌کردند این ستاره‌ها به واقع ستاره‌های نو یا جدیدی هستند که در آسمان ظاهر شده‌اند. ولی امروزه می‌دانیم که **نواخترها** در حقیقت ستاره‌هایی کم فروغ قدیمی آسمانند که به علت ریخته شدن گازهای مجاور به درون شان به طور ناگهانی فروزان می‌شوند. مشتعل شدن و حضور نواختر در آسمان غیرقابل پیش‌بینی است. و معمولاً در مرحله نخست ستاره‌شناسان غیرحرفه‌ای یا آماتور آن‌ها را می‌بینند و وجودشان را اعلام می‌کنند.



ابر نواختر کپلرگرفته شده با اشعه ایکس توسط تلسکوپ فضایی چاندارا

شهاب‌ها چه هستند؟

شب‌ها که به آسمان نگاه می‌کنید گاه به گاه ممکن است خطوط روشنی برای لحظاتی حدود یک ثانیه همانند پرتوهای لیزر در آسمان ظاهر و بلافاصله محو شوند. به این پدیده‌ها در اصطلاح شهاب و یا Shootin star"ستاره‌های رها شده" می‌گویند. البته نباید عبور ماهواره‌ها در آسمان یا هواپیماهای دور پرواز را با شهاب‌ها اشتباه گرفت. شهاب‌ها بر خلاف نامشان در متن‌های انگلیسی، یعنی ستاره در حال سقوط، هیچ ارتباط و شباهتی به ستاره ندارند. اکثر شهاب‌ها ذرات غبار باقی مانده از دنباله‌دارها هستند، که بزرگتر از دانه شن هم نیستند. آن‌ها با سرعتی بین ۱۰ تا ۷۵ کیلومتر در ثانیه به داخل جو زمین سقوط می‌کنند و نتیجه این برخورد مشاهده خطوطی روشن در جو بالایی و در ارتفاع تقریبا ۱۰۰ کیلومتری سطح زمین است. که درخشندگی آن‌ها بیشتر از ستارگان است. و گاهی در برخورد با جو زمین متلاشی و قطعه قطعه می‌شوند، بعضی اوقات نیز قطعات بزرگ‌تر از جنس سنگ یا فلزند و به طور کامل نمی‌سوزند از جو زمین می‌گذارند و با پوسته زمین برخورد می‌کنند. این قطعات باقیمانده شهاب سنگ می‌گویند در شب‌هایی که هوا پاک و بدون آلودگی است تعدادی از این شهاب‌ها را می‌توان در هر ساعت با چشم غیر مسلح دید که به

طور تصادفی ظاهر می‌شوند. و به "شهاب تکی" معروف‌اند. اما در مواقع معینی از سال زمین در گردش به دور خورشید از مکان‌های عبور می‌کند که بیش از آن دنباله داری گذر کرده بنابراین ما می‌توانیم شاهد رگبار شهابی باشیم که تعداد آن به صد شهاب در ساعت و گاهی بیشتر هم می‌رسد.

به علت اثر پرسپکتیو(میزان فشردگی اشیا در تصویر) به نظر می‌رسد رگبارهای شهابی از سطح کوچکی از آسمان به صورت متقارب می‌آیند که به آن منطقه نورباران می‌گویند. رگبارهای شهابی را بر اساس نام صورت فلکی که در آن قرار گرفته‌اند نام‌گذاری می‌کنند. رگبار شهابی پرسیاووشی از صورت فلکی پرسیاووش، رگبار شهابی جوزایی از صورت فلکی جوزا و بقیه نیز به همین ترتیب‌اند. هرچند که شدت و تعداد شهاب‌های رگبار در هر سال متغیر است. اما زمان ظاهر شدن آنها ثابت و منظم است وقتی که زمین به داخل انواع ذرات غبار نفوذ می‌کند شهاب‌های قابل دید با چشم در هر ساعت با توجه به هر روز تغییر می‌کند. یعنی از کم آغاز می‌شود و به حداکثر می‌رسد و مجدداً به حداقل تعداد در ساعت کاهش می‌یابد. معمولاً شمردن تعداد این شهاب‌ها در هر ساعت به همراه ثبت میزان درخشندگی آن‌ها مورد علاقه ستاره‌شناسان غیر حرفه‌ای و آماتور است.

در شب‌هایی که به دیدار رگبار شهابی می‌روید باید توجه داشته باشید که به نقطه نورباران نگاه نکنید بلکه حدود ۴۵ درجه کنار آن را ببینید. فهرست رگبارهای شهابی عمده و سالیانه در ادامه به صورت مجزا ارائه می‌شود. البته تعداد شهاب‌ها در هر ساعت که در این جدول آمده برای شرایط خیلی مساعد جوی یعنی تمیز بودن هوا و آلوده نبودن آن، و زمانی است، که نقطه نور باران بالای سر ناظر باشد، به عبارت دیگر در اوقاتی که نقطه نورباران در افق پایین قرار گرفته و یا نورهای ناخواسته مثل نور ماه در آسمان وجود دارد به طور طبیعی از تعداد شهاب‌های قابل دید و شمارش کاسته می‌شود.

نام رگبار	زمان	تعداد تقریبی
رگبار شلیاقی	۱- ۲ اردیبهشت	۱۰
رگبار اتا دلوی	۱۵- ۱۶ اردیبهشت	۳۵
رگبار دلتا دلویی	۷ مرداد ماه	۲۰
رگبار پرسیاه ووشی	۲۱- ۲۲ مرداد	۷۵
رگبارجباری	۲۹ مهر ماه	۲۵
رگبار ثوری	۱۳ آبان	۱۰
رگبار اسدی	۲۶- ۲۷ ۷ آبان	۱۰
رگبار جوزائی	۲۲- ۲۳ آذر	۷۵
رگبار کوادرانت	۱۳- ۱۴ دی	۱۰۰

تصویری از مسیر نورانی یک شهاب هنگام ورود به جو زمین

دنباله‌دار ها

گاهی اوقات افراد دنباله‌دار را با شهاب اشتباه می‌گیرند در حالی که این دو کاملاً مجزا از یکدیگر. شهاب‌ها در واقع نور کوتاهی هستند که از برخورد ذرات به جو بالایی زمین به وجود می‌آیند. در حالی که دنباله‌دار توده‌ای متحرک از گاز است که به نظر می‌رسد به سقف آسمان آویزان شده، دم یک دنباله‌دار در زمینه آسمان پشت آن شفاف است. و جا به جایی آن تنها ساعت به ساعت یا از شبی به شبی دیگر محسوس است. دنباله‌دار گلوله‌های برفی یخزده گاز و غبار ند، که در مداری طولانی به گرد خورشید می‌گردند. یک دور گردش آن‌ها در مدار ممکن است از چندین سال تا چند هزار سال طول بکشد.

ستاره‌شناسان در هر سال چند ده دنباله‌دار می‌بینند، که تقریباً نیمی از این تعداد قبلاً شناسایی شده‌اند و در حال بازگشت به درون منظومه خورشیدی‌اند، حال آنکه بقیه دنباله‌دارهایی هستند که به تازگی کشف شده‌اند. اکثر دنباله‌دارها به حدی کم نورند که بدون کمک تلسکوپ بزرگ نمی‌توان آن‌ها را دید .فقط به ندرت و شاید هر ۱۰ سال یک‌بار ممکن است یک دنباله‌دار در آسمان ظاهر شود. که بتوان آن را بدون کمک ابزار و با چشم غیر مسلح دیده مانند دنباله‌دار هیل بوپ که در سال ۱۹۹۷ در آسمان ظاهر شد.

یک دنباله‌دار درخشان بسیار زیبا و با هیبت است. معمولا از سر دنباله‌دار گاز و غبار شفافی جدا می‌شود و به تدریج طول دم آن به میلیونها کیلومتر می‌رسد. همیشه دم دنباله‌دار در جهت خلاف خورشید است. و به طرف بیرون امتداد یافته، غبارهای جداشده از دنباله‌دار در فضا پراکنده می‌شوند و در نهایت گاهی زمین در گردش به دور خورشید ممکن است با آن‌ها برخورد کند و شهاب و رگبار شهابی ایجاد شود.

تصویری از دنباله دار هالی که هر ۷۵ تا ۷۶ سال یک بار مدار کره زمین را قطع می‌کند.

گرفتگی چیست؟

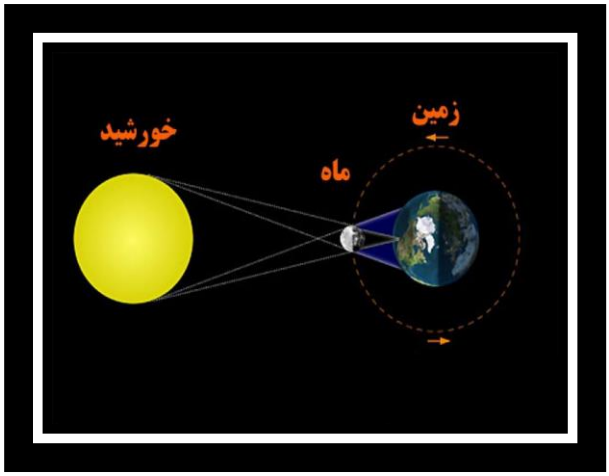
در گرفتگی خورشید یا کسوف، کره ماه از جلو خورشید عبور می‌کند و در نتیجه مانع رسیدن بخشی از پرتوهای آن به زمین می‌شود. در حالیکه در گرفتگی ماه یا خسوف، کره ماه وارد مخروط سایه پشت زمین در فضا می‌شود و در نتیجه تاریکی پدید می‌آید. پدیده گرفتگی گاه و بیگاه در زمانی که خورشید زمین و ماه در یک راستای مناسب قرار می‌گیرند اتفاق می‌افتد. هر ساله دست‌کم دو خورشید گرفتگی در بعضی از مکان‌های کره زمین دیده می‌شود، و بیشتر مردم در هر چند سال فقط یک بار گرفتگی را می‌بینند. به عبارت دیگر ممکن است

ماه‌گرفتگی در یک سال اتفاق نیفتد، ولی حداکثر وقوع آن در یک سال بیشتر از سه بار نیست.

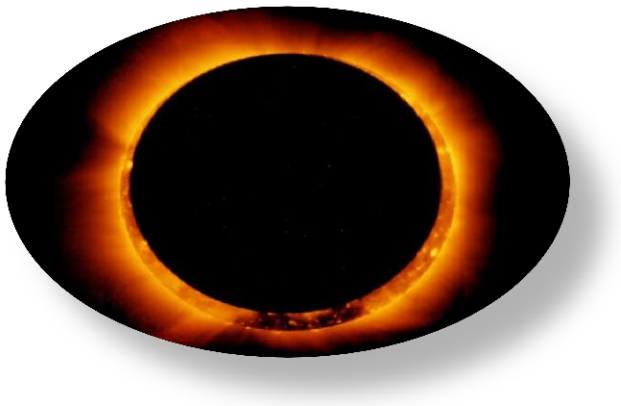
گرفتگی خورشید فقط در بخش‌های محدودی از زمین قابل مشاهده است. اگر سطح قرص خورشید به طور کامل با ماه پوشیده شود. گرفتگی کامل رخ می‌دهد. اما گرفتگی کامل تنها چند دقیقه بیشتر طول نمی‌کشد و دیدن آن از تمام نقاط زمین بسیار نادر است. خورشیدگرفتگی جزئی می‌تواند تا چند ساعت به طول انجامد و در سطح وسیع‌تری از زمین قابل مشاهده باشد.

نوع خاصی از کسوف را گرفتگی حلقوی می‌نامند. این گرفتگی زمانی رخ می‌دهد که کره ماه در دورترین فاصله از زمین واقع شده باشد. و در نتیجه نتواند تمام قرص خورشید را بپوشاند و به جای خورشیدگرفتگی کلی حلقه ای نورانی به دور کره ماه دیده می‌شود.

خسوف یا ماه‌گرفتگی از هر نقطه کره زمین که بتوان کره ماه را بالای افق دید قابل رؤیت است. ماه‌گرفتگی کامل چندین ساعت به طول می‌انجامد



نحوه تشکیل کسوف



خورشید گرفتگی حلقوی

کهکشان راه‌شیری

نوار ماتی از نور ستارگان را که در شبی تاریک در آسمان صاف می‌بینیم در فارسی به نام کاهکشان و یا با توجه به ریشه اروپایی و یونانی آن "راه‌شیری" می‌نامند. ما می‌دانیم که راه شیری شامل تعداد بیشماری از ستارگان است. که ساختار چرخشی بسیار بزرگی را تشکیل می‌دهند. خورشید یکی از اعضای آن به شمار می‌آید. ستارگانی که به صورت تصادفی در آسمان و در مجاورت یکدیگر قرار گرفته‌اند، صورت‌های فلکی را تشکیل می‌دهند و از جمله نزدیکترین ستاره‌ها به ما در کهکشان راه‌شیری هستند. بنا بر این راه‌شیری مجموعه‌ای از ستارگان و سیارات است. که خود ما هم در درون آن قرار داریم. مرکز کهکشان در امتداد صورت فلکی قوس قرار گرفته که در آنجا تراکم ستاره-ها زیاد. است. خورشید ما در فاصله دو سوم از مرکز کهکشان به طرف بیرون قرار دارد در حالی که قطر کهکشان ۱۰۰۰۰۰ سال نوری است. در ورای لبه کهکشان تا کهکشان دیگر فضای خالی از اجرام آسمانی است. در نقشه‌های ماهانه ستارگان، محدوده راه‌شیری به صورت آبی روشن نشان داده شده است. اگر با دوربین دوچشمی یا تلسکوپی کوچک به این منطقه نگاه کنید درخشش زیبای ستارگان را خواهید دید.

تصویر گرفته شده از کهکشان راه شیری در کویر ایران

خوشه‌های ستاره‌ای

گاهی در بعضی از نقاط آسمان ستارگان به صورت خوشه‌ای دور هم گرد آمده‌اند که نمونه آن خوشه پروین در صورت فلکی ثور است. بر حسب نوع ستاره‌ها و مکان قرار گرفتن آن‌ها در کهکشان دو نوع خوشه ستاره‌ای وجود دارد. خوشه-های باز از تجمع کم تراکم ستاره‌های جوان در بازوهای مارپیچی کهکشان پدید آمده‌اند. برخی از خوشه‌های باز، هنوز هم با گازهایی که ابر ، زادگاهشان بوده احاطه شده‌اند. خوشه‌های باز ممکن است از مقدار کمی ستاره تا چند هزار ستاره تشکیل شده باشد.

از تجمع گوی مانند ستارگان گوناگون خوشه‌های کروی یا گوی مانند شکل گرفته است. این خوشه‌ها مجموعه‌ای تا۳۰۰۰۰۰ ستاره‌اند، که خوشه‌وار به هم پیوند یافتند. ستاره‌های موجود در خوشه‌های کروی بسیار پیرند و تعداد

بیشتری از آن‌ها را می‌شناسیم. از آن‌جا که خوشه‌های کروی بسیار از ما دورند. در نتیجه کم نورتر نیز به نظر می‌رسد. بهترین خوشه کروی برای ستاره‌شناسان نیمکره شمالی. خوشه M۱۲ در صورت فلکی بر زانو نشسته یا هرکولس است.

خوشه ستاره‌ای M۱۲

خوشه ستاره‌ای پروین

سحابی‌ها

در بین ستاره‌ها ابرهای عظیمی از گاز و غبار وجود دارد که آن‌ها را سحابی می‌نامند. سحابی، واژه‌ای به معنای مه، به خوبی ماهیت مه‌آلودگی ظاهری این اجرام را آشکار می‌سازد. سحابی‌ها در مکان‌هایی که از دود و نور چراغ دور باشند قابل رویت. هستند

بعضی از سحابی‌ها تابش درخشانی دارند در حالی که تعدادی دیگر از آن‌ها تاریک‌اند. یکی از معروف‌ترین سحابی‌های درخشنده در صورت فلکی جبار واقع شده. که با چشم غیر مسلح هم مانند لکه نورانی دیده می‌شود. سحابی جبار ابری گازی است که در آن ستاره‌هایی در حال تشکیل هستند. این ستاره‌های تازه متولد شده نورافشانی می‌کنند و محیط اطراف را روشن می‌نمایند. بعضی دیگر از سحابی‌ها تاریک هستند چرا که هنوز ستاره‌ای در داخل آن‌ها شکل نگرفته است. زمانی که سحابی‌های تاریک تحت تاثیر ستاره‌ای متراکم و سنگین و یا سحابی روشن دیگری قرار داشته باشند، روشن به نظر می‌رسند. ستاره‌های کهکشان راه‌شیری در محدوده دجاجه با یک سحابی تاریک به نام شکاف دجاجه به دو نیم تقسیم شده‌اند.

بعضی از سحابی‌ها و همچنین سحابی‌های سیاره‌ای، از مرگ ستاره‌ها پدید می‌آیند.در اینجا باید یادآور شد که سحابی سیاره‌ای هیچ ارتباطی با سیاره ندارند ولی علت نامگذاری آن‌ها این است که هنگام رصد با تلسکوپ‌های کوچک همانند قرص یک سیاره دیده می‌شوند. سحابی‌های سیاره‌ای در حقیقت پوسته روشن گازی بعضی از ستاره‌های همانند خورشید به هنگام مرگ‌اند. که در اثر انفجار شدید، گازهای نورانی آن‌ها در فضا فوران می‌کند. مشهورترین بقایای یک ستاره از این نوع سحابی خرچنگی در صورت فلکی ثور است.

سحابی واقع در صورت فلکی خرچنگ

کهکشان چیست؟

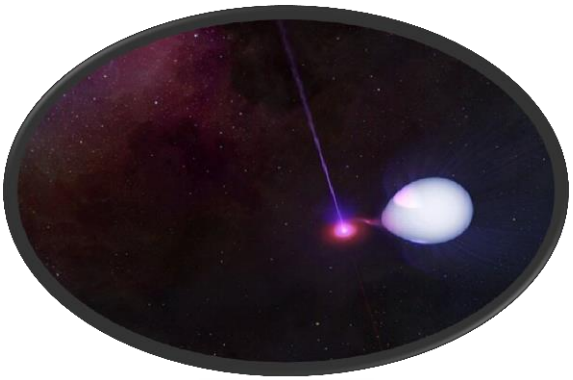
پاره‌ای از اجرام آسمانی که در وهله اول سحابی به نظر می‌رسند در حقیقت سامانه‌هایی در فراسوی کهکشان راه شیری‌اند که میلیون‌ها سال نوری از ما فاصله دارند. و در بردارنده کهکشان‌های دیگری هستند که مانند واحدهایی در سراسر کیهان بیکران پراکنده شده‌اند. کوچک‌ترین کهکشان تقریباً دارای یک میلیون ستاره است. در حالی که قطورترین آن‌ها میلیون میلیون ستاره را در بر می‌گیرد. ما در کهکشانی قرار گرفته‌ایم که دارای ابعادی مناسب برای دست کم ۱۰۰۰۰۰ میلیون ستاره است.

کهکشان‌ها به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند. مارپیچی و بیضوی کهکشان‌های مارپیچی مثل کهکشان ما دارای بازوهایی هستند که درون آنها ستاره‌ها و گازها از مرکز به طرف بیرون به هم پیچیده‌اند. یکی از زیر مجموعه‌های کهکشان‌های مارپیچی، مارپیچی میله‌ای است. که دارای میله‌ای شامل ستارگان در جهت مرکز است. و بازوهای مارپیچی از انتهای آن‌ها آغاز می‌شوند. کهکشان‌های بیضوی دارای بازو نیستند. تنوع شکل آنها از کروی تا عدسی شکل است. برای پی‌بردن به زیبایی کهکشان‌ها باید از آن‌ها عکس‌هایی با زمان نوردهی زیاد تهیه کرد. با دوربین دوچشمی و تلسکوپ‌های کوچک کهکشان‌ها تنها به صورت لکه نورانی و مات به نظر می‌رسند. مشاهده کهکشان‌ها هم مانند سحابی‌ها نیازمند آسمانی صاف و تاریک است.

نزدیک‌ترین کهکشان به ما که با چشم غیر مسلح نیز دیده می‌شود زن در زنجیر یا (آندرومدا) است. این کهکشان به صورت لکه غبار گونه‌ای با عرض معادل کره ماه به نظر می‌رسد که بیش از دو میلیون سال نوری از ما فاصله دارد.

در تصویر بالا هر کدام از نقاط نورانی خود مجوعه‌ای از ملیارد ها ستاره و سیاره هستند

تاریخچه کشف سیاه‌چاله‌ها



اساس و پایه‌ی آن‌چه که در مورد سیاه‌چاله‌ها می‌دانیم به جنگ جهانی بر می‌گردد. در دسامبر سال ۱۹۱۵، اروپا و سایر مردم جهان، دوران تاریک جنگ جهانی اول را می‌گذراندند. جایی در جبهه‌ی شرقی یک ستوان آلمانی در توپخانه در کُت خود فرو رفته بود و سعی می‌کرد درون سنگر، گرم و خشک بماند. او آخرین بسته‌ای که از خانه برایش رسیده بود را باز کرد و یک بسته توجهش را به خود جلب کرد. در آن شب او خطر روشن کردن نور را به جان خرید و شروع به خواندن گزارشی طولانی و با جزئیات کرد. گزارشی که نمی‌دانست تبدیل به مهم‌ترین اثر قرن بیستم خواهد شد.

نویسنده‌ی آن گزارش یک فیزیکدان نظری به نام آلبرت اینشتین بود و کسی که این گزارش را دریافت کرد همکارش، کارل شوارتزشیلد (Karl Schwarzschild)، مدیر رصدخانه‌ای در پوستدام(Potsdam)، نظریه‌پرداز و ریاضی‌دان برجسته‌ای بود که برخلاف شغل مربوط به نجومش در دهه‌ی پنجم زندگیش به جنگ رفته بود .

تنها چند هفته قبل‌تر، اینشتین ۱۰ سال کار خود را با موفقیت به پایان رسانده بود و نظریه‌ی نسبیتش را گسترش داده بود تا شامل نیروی جاذبه، الکتریسته و مغناطیس شود.

اینشتین با انتشار چهار مقاله‌ی برجسته در فرهنگستان علوم "پروس" اساس ریاضیات و نظریه‌ی کلی نسبیت را بنیان نهاد که هنوز یکی از زیباترین و ظریف‌ترین نظریات علمی کل تاریخ است.

استدلال دایره‌وار معادلات اینشتین، حل کردن آن‌ها را در عین زیبایی، دشوار می‌کند. ریشه این دشواری در معادله‌ی مشهور $E=mc^2$ اوست که بیان می‌کند انرژی و ماده قابل جابه‌جایی با یکدیگر هستند. از آن جایی که جاذبه نوعی انرژی است می‌تواند مانند ماده نیز رفتار کند و باعث گرانش بیشتر شود. از نظر ریاضیاتی، نسبیت عام یک دستگاه(تابع) غیرخطی است و حل کردن این‌گونه دستگاه‌ها دشوار است.

هنگامی که شوارتزشیلد تنها چند روز بعد پاسخی به اینشتین نوشت و اولین راه حل را برای معادله‌ی اینشتین ارائه داد، او را بسیار شوکه کرد. او برای اینشتین نوشت: همانطور که می‌بینی جنگ با من به اندازه‌ی کافی مهربان بوده که به رغم شلیک گلوله‌ها، مدتی از همه‌چیز دور شوم و در دنیای ایده‌های خودم قدم بزنم.

اینشتین نیز پاسخ داد: من مقاله‌ی تو را با نهایت علاقه خواندم و توقع نداشتم یک نفر بتواند راه حل دقیق این مسئله را با روشی به این سادگی به دست آورد. من از ریاضیاتی که استفاده کردی بسیار خوشم آمد.

به طرز غم‌انگیزی در کمتر از یک سال شوارتزشیلد تسلیم یک بیماری پوستی شد و جانش را از دست داد و به میلیون‌ها جان باخته‌ی جنگ‌جهانی اول در اثر این بیماری پیوست. او از خود راه‌حلی به جا گذاشت که به طور کامل توضیح می‌دهد چگونه "فضازمان" اجسام کروی مثل سیارات و ستاره‌ها را در بر گرفته است. "فضازمان" یک مدل ریاضی است که در آن سه بُعد فضا و یک بعُد زمان جهان در یکدیگر ادغام شده و یک محیط چهار بعدی ایجاد می‌کند. با ترکیب فضا و زمان فیزیکدانان توانستند نظریه‌های فیزیکی را ساده‌سازی کنند. یکی از ویژگی‌های بیان شده در این راه‌حل ریاضیاتی این است که در ستاره‌های فشرده با چگالی زیاد، فرار از گرانش دشوارتر می‌شود تا جایی که هر ذره‌ای، حتی نور در دام گرانش آن‌ها می‌افتد. به این نقطه که هیچ فراری از گرانش امکان پذیر نیست افق رویداد گفته می‌شود و هر جسمی که به افق رویداد نزدیک شود زمان برایش کند شده و سپس متوقف می‌شود.

کارل شوارتزشیلد

به همین علت اولین فیزیکدانانی که این اجرام عجیب را مطالعه می‌کردند آن‌ها را "ستاره‌های یخزده" نامیدند. امروزه ما آن‌ها را با اسمی می‌شناسیم که اولین بار ویلر (Wheeler)در سال ۱۹۶۷ به آن‌ها اطلاق کرد: سیاه‌چاله

اگرچه افق رویداد نقشی اساسی در راه‌حل شوارتزشیلد داشت اما سال‌ها طول کشید تا سیاه‌چاله‌ها به عنوان چیزی بیش از یک کنجکاوی ریاضیاتی شناخته شوند. اکثر متخصصان برجسته جهان در زمینه‌ی نسبیت عام در نیمه‌ی اول قرن بیستم باور داشتند که سیاه‌چاله‌ها هرگز نمی‌توانند در واقعیت شکل بگیرند.

آرتور ادینگتون (Arthur Eddington)اصرار داشت که حتما قانونی در طبیعت برای جلوگیری از چنین اتفاقی وجود دارد. توسعه‌ی همزمان مکانیک کوانتومی نیز باعث پیچیده شدن این مسئله می‌شد. یک رشته‌ی جدید که براساس مواردی از رفتارهای نامعمول در طبیعت ایجاد شده بود.

فیزیکدانانی که در دو رشته‌ی مکانیک کوانتومی و نسبیت عام کار می‌کردند دریافتند که هر دوی این زمینه‌ها برای درک ستاره‌های بزرگ و متراکم اهمیت زیادی دارند. اما ماهیت عجیب این شاخه‌های جدید فیزیک حتی با استعدادترین افراد را تحت فشار قرار می‌داد به همین دلیل تا ۵۰ سال بعد از مقاله‌ی شواتزشیلد دانشمندان هیچ اتفاق نظری بر روی وجود سیاه‌چاله‌ها نداشتند.

یافتن غیرقابل مشاهده‌ها

یک موضوع واضح بود، اگر سیاه‌چاله‌ها وجود داشته باشند به احتمال زیاد در اثر فروپاشی ستاره‌های عظیم شکل گرفته‌اند. ستاره‌هایی که پس از اتمام سوخت هسته‌ای‌شان نتوانستند حتی وزن خودشان را تحمل کنند. سوالی که اکثر ستاره‌شناسان روی آن تمرکز داشتند این بود که چگونه آن‌ها را پیدا کنیم؟ زیرا سیاه‌چاله‌ها هیچ نوری منتشر نمی‌کردند برای ستاره‌شناسی نور احتیاج است و برای داشتن نور باید ماده وجود داشته باشد. هرچه داغ‌تر و پرنورتر بهتر.

خوشبختانه اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ آغاز ستاره‌شناسی با اشعه‌ی ایکس بود که با ارسال چندین موشک ژرفاسنج و ماهواره که می‌توانستند بالای جو زمین قرار بگیرند همراه بود.

در طول پرواز کوتاه یک موشک در سال ۱۹۶۴، ستاره‌شناسان یکی از بزرگترین منابع اشعه‌ی ایکس در آسمان را یافتند که در صورت فلکی ماکیان (Cygnus) قرار داشت و آن را«Cygnus X-۱ نامیدند.

با این حال از آن‌جا که هیچ منبع نوری بصری و رادیویی نداشت منبع فیزیکی آن یک راز باقی ماند. هنگامی که ماهواره‌ی "Uhuru X-ray Explorer"ناسا در سال ۱۹۷۰ پرتاب شد، مشاهدات دقیق‌تری با جزئیات بیشتر امکان پذیر شد.

یکی از اولین کشف‌های قابل توجه، کشف تغییرات سریع سیاه‌چاله‌ی Cyg X-۱ در بازه‌های زمانی کمتر از یک ثانیه بود.. این موضوع نشان می‌داد که اندازه‌ی فیزیکی منطقه‌ای که اشعه‌ی ایکس منتشر می‌کرد بسیار فشرده و کوچک‌تر از یک ستاره‌ی معمولی است. چه چیزی چنین انرژی زیادی را در چنین فضای کمی نگه می‌دارد؟

در طول یک سال یک همتا برای Cyg X-۱ یافت شد که به ستاره‌شناسان این امکان را داد تا آن را یک دستگاه باینری که در آن اعداد با ارقام ۰ و ۱ نشان داده می‌شوند تشخیص دهند و جرم آن را تخمین بزنند. اندازه‌ی آن ۱۵ برابر بزرگ‌تر از خورشید بود یعنی بیش از هر اندازه‌ای که برای کوتوله‌های سفید و ستاره‌های نوترونی در نظر گرفته شده بود. در مجموع تغییرات سریع، تابش بزرگ اشعه‌ی ایکس و جرم زیاد تخمین زده شده باعث شد که Cyg X-۱ تبدیل به گزینه‌ی مناسبی برای اولین سیاه‌چاله باشد.

با ارسال تلسکوپ‌هایی با حساسیت بیشتر به اشعه‌ی ایکس در سال‌های بعد، این موارد قوت گرفت. ما اکنون تغییراتی در اشعه‌ی ایکس منتشر شده از Cyg X-۱ در بازه‌ی زمانی یک میلی‌ثانیه مشاهده می‌کنیم و محدوده‌ی انتشار آن را به چند صد کیلومتر محدود کرده‌ایم. تنها چند برابر بیشتر از اندازه‌ی افق رویداد. با مشاهده‌ی اشعه‌ی ایکس منتشر شده از سیاه‌چاله‌ها می‌توانیم مستقیما ویژگی‌های فضازمان را که توسط نسبیت عام پیش‌بینی شده بود بررسی کنیم.

خیره به افق رویداد

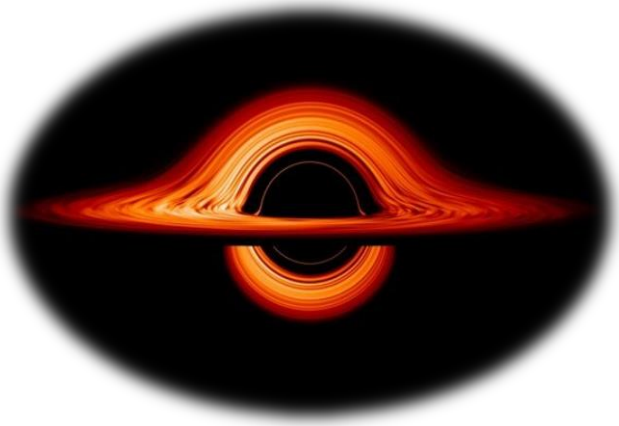
در حالی که سیاه‌چاله‌های ناشی از جرم ستاره‌ای یکی از بزرگ‌ترین منابع اشعه ایکس در آسمان هستند، بی‌ثبات نیز هستند. در بیش از ۴۰ سال پس از کشف Cyg X-۱، تنها چند ۱۰ سیاه‌چاله‌ی دیگر کشف شده است. بیشتر آن‌ها طی انفجارهای کوچک، غیرقابل پیش‌بینی قابل رویت شدند و به مدت چند ماه یا بیشتر باقی مانده و سپس دوباره برای دهه‌ها ناپدید شدند.

ستاره‌شناسان این سیاه‌چاله‌ها را به سه دسته تقسیم کردند: سخت، نرم و متوسط

این نام‌ها خصوصیات قابل مشاهده‌ی طیف‌های اشعه‌ی ایکس در هر مرحله را توصیف می‌کنند. ما هنوز دقیق نمی‌دانیم که چه مکانسیم‌های فیزیکی باعث ایجاد این رفتارها می‌شود اما به نظر می‌رسد به دو چیز مربوط باشد میزان گاز منتشر شده از سیاه‌چاله‌ها و میزان میدان مغناطیسی موجود درون گازها

در اصطلاح ستاره‌شناسی، طیف "سخت" به معنای میزان وجود اشعه‌های ایکس پر انرژی‌تر است و نوع "نرم" برعکس آن است.

البته "کم انرژی" یک اصطلاح نسبی است و فوتون‌هایی که از یک قرص برافزایشی(یک ساختار دیسک مانند از ماده است که به شکل حلقوی به دور یک جسم خاص می‌چرخد)می‌آیند، میلیون‌ها درجه دما دارند.



چرخش اصلی

با توجه به اینکه حل معادله‌ی اینشتین توسط شواتزشیلد کمتر از یک هفته به طول انجامید، به نظر می‌رسید یافتن راه‌حل بعدی که تقریبا نیم قرن زمان برد، یک عمر طول کشیده است. این راه‌حل در سال ۱۹۶۳ توسط روی کر (Roy Kerr)کشف شد. کِر راه‌حلش را هنگامی که در دانشگاه تگزاس در آستن بود به دست آورد.

برخلاف سیاه‌چاله‌های شوارتزشیلد، سیاه‌چاله‌های کِر می‌چرخند. آن‌ها زاویه‌ی چرخش ستاره‌هایی که از آن ایجاد شده‌اند را حفظ می‌کنند. از نظر ستاره‌شناسی این موضوع بسیار مهم است زیرا از آن‌جایی که می‌دانیم تمام اجرام آسمانی در چرخش هستند از ماه گرفته تا سیارات تا کهکشان‌ها. بنابراین طبیعی است که توقع داشته باشیم سیاه‌چاله‌ها نیز بچرخند. شواهد این چرخش نشان می‌دهد که چگونه سیاه‌چاله‌ها همه‌چیز را مانند یک گرداب به درون خود می‌کشند. و این موضوع به گازها این امکان را می‌دهد تا سریع‌تر حرکت کنند. طی چند سال اخیر پس از پرتاب تلسکوپ "NuSTAR" ناسا، ما توانسته‌ایم از طیف‌های منتشر شده برای اندازه‌گیری چرخش سیاه‌چاله‌ها با دقتی بی‌سابقه استفاده کنیم.

اندازه‌گیری چرخش سیاه‌چاله‌ها نه تنها به ما چیزهایی در مورد نسبیت عام می‌آموزد بلکه بینشی مهم در نحوه‌ی تشکیل ستاره‌های بزرگ و انفجار آن‌ها و ابرنواخترها فراهم می‌کند. از آن‌جا که این دستگاه‌های باینری جدید هستند-Cyg X)۱ تنها چندین میلیون سال قدمت دارد) بنابراین هر چرخشی که اندازه‌گیری می‌کنیم مشابه زمان آغاز تشکیل سیاه‌چاله است. از این منظر می‌توان گفت آن‌ها واقعا "ستاره‌های یخزده" هستند.

میراثی متحیر کننده

نظریه‌ی نسبیت عام یکی از معدود حوزه‌ها در فیزیک مدرن است که برای حدود یک قرن آزمایشاتش ادامه داشته است. اینشتین استعداد منحصر به فردی نه تنها در بیان نظریات فوق‌العاده داشت بلکه آزمایشاتی را پیشنهاد می‌کرد که می‌توانستند آن نظریات را اثبات کنند. شاید معروف‌ترین پیش‌بینی او این بود که چگونه گرانش خورشید نور سایر ستاره‌ها را منحرف می‌کند. این اثر در سال ۱۹۱۹ طی یک خورشید گرفتگی اثبات شد و اینشتین را به شهرت جهانی رساند.

به گفته‌ی کیپ تورن(Kip Thorne)، فیزیکدان نظری، شاید حیرت‌آورترین پیش‌بینی او امواج گرانشی بودند که یک قرن پیش از آن‌ها سخن گفت و در سال ۲۰۱۹ توسط رصدخانه موج گرانشی تداخل سنج لیزری (LIGO)به اثبات رسید.

در سال ۱۹۷۳، ایگور نوویکو (Igor Novikov)و کیپ تورن از پایه‌ترین قوانین پایستگی انرژی و حرکت زاویه‌دار، توضیحی برای نحوه‌ی گردش گاز درون سیاه‌چاله و انتشار انرژی گرانشی به صورت گرما و اشعه با دمای میلیون‌ها سانتی‌گراد به دست آوردند.

این مدل دو مشکل داشت: از نظر فرضیه‌ای و همچنین از نظر علمی درست نبود. مشکل آن از نظر فرضیه‌ای این بود که توضیح نمی‌داد چگونه گازها زاویه‌شان را از دست می‌دهند و از نظر علمی با مشاهدات اشعه ایکس پر انرژی مطابقت نداشت.

گازهای یونیزه شده هیچ اصطکاکی تجربه نمی‌کنند بنابراین می‌توانند تا ابد در مدار بمانند و هرگز به افق رویداد نزدیک نشوند.

نوویکو و تورن مشکل راه‌حلشان را ارزیابی کردند و یک فاکتور را وارد نظریه‌شان کردند. در نهایت ۲۰ سال زمان برد تا پاسخ را بیابند و در سال ۱۹۹۱ استیو بالبوس (Steve Balbus)و جان هاولی (John Hawley) یک بی‌ثباتی قدرتمند کشف کردند که ناشی از چرخش و کشش خطوط میدان مغناطیسی درون یک قرص برافزایشی بود. گازهای یونیزه شده رساناهای خوبی هستند و می‌توانند میدان‌های قدرتمند مغناطیسی ایجاد کنند و باعث حرکت گازها به درون سیاه‌چاله شوند.

تا سال ۲۰۰۱، ابررایانه‌ها به اندازه‌ی کافی قدرتمند شدند تا بی ثباتی بالبوس-هاولی را شبیه‌سازی کنند و پیش‌بینی‌های آن‌ها را اثبات کنند. یک دهه دیگر طول کشید تا شبیه‌سازی‌ها شامل تاثیرات تابش‌ها شود. و سرانجام بشر به جایی رسید که توانست از بنیادی ترین قوانین طبیعت برای توضیح نحوه‌ی تشکیل اشعه‌ی پرانرژی ایکس در اطراف سیاه‌چاله‌ها استفاده کند.

دقیقا ۱۰۰ سال قبل، سیاه‌چاله‌ها از یک کنجکاوی ریاضیاتی به موضوع نظریات فیزیکی تبدیل شدند و سپس تبدیل به تحقیقات اصلی ستاره‌شناسی شدند. طی سال‌های آینده ما انتظار داریم بیشتر در مورد تولد، زندگی و مرگ این اجرام منحصر به فرد بیاموزیم.

نگاهی به زندگینامه نیکولا تسلا

تولد و سالهای ابتدایی تحصیل

نیکولا تسلا در دهکده‌ی اسمیلیان (Smiljan)متولد شد. این دهکده در آن سال‌ها تحت سلطه‌ی جبهه ی نظامی کروات امپراتوری اتریش بود و امروزه بخشی از کشور کرواسی است. پدر او، میلوتین تسلا (Milutin Tesla)یک کشیش اورتودوکس بود. مادرش دوکا تسلا (Duka Tesla) نیز فرزند یک کشیش بود. مادر نیکولا تسلا، استعداد بالایی در ساختن وسایل و تجهیزات و استفاده‌ی کاربردی از علم مکانیک داشت. او استعداد بالایی در به خاطر سپردن اشعار صربستانی داشت اما هیچگاه تحصیلات آکادمیک نداشت . نیکولا استعداد ذاتی در خلاقیت و حافظه‌ی قوی خود را به صورت ژنتیکی و تربیتی از مادرش به ارث برده بود.

تسلا که دانش آموز باهوشی بود در سالهای تحصیل در دبیرستان از طریق معلم فیزیک به این علم علاقه‌مند شد. او در جایی عنوان کرده بود که با اشتیاق فراوان، به دنبال کشف منبع این نیروی اسرارآمیز بوده است. نبوغ و حافظه‌ی او بسیار بالا بود و توانایی محاسبه‌ی عمل انتگرال را به صورت ذهنی داشت. این نبوغ به حدی بود که برخی از معلمین او را به تقلب محکوم کردند. او توانست

دوره‌ی ۴ ساله‌ی دبیرستان را در ۳ سال به پایان برساند . نیکولا در سال ۱۸۷۳ به زادگاه خود بازگشت و پس از مدت کوتاهی، به بیماری وبا دچار شد. بیماری او ۹ ماه به طول انجامید پدر نیکولا به او قول داده بود که در صورت رهایی از بیماری او را به بهترین دانشگاه مهندسی بفرستد. او در سال ۱۸۷۴ و پس از رهایی از بیماری به خدمت سربازی برای ارتش اتریش-مجارستان در اسمیلیان فراخوانده شد؛ اما نیکولا از این فراخوان فرار کرد و به دهکده‌ی تومیناژ در گراکاک رفت. او از این سالها به عنوان سال‌های تاثیرگذار در روحیه‌ی خود یاد کرده که با خواندن کتابهای مارک تواین و حضور در مناطق طبیعی و نزدیکی با طبیعت توانسته روحیه‌ی خود را پس از بیماری بازیابد

او در سال ۱۸۷۵ به دانشکده‌ی پلی تکنیک شهر گراتس رفت تا تحصیلات خود را ادامه دهد. در سال اول، او نبوغ و تلاش زیادی از خود نشان داد و در تمامی دروس با درجه‌ی عالی قبول شد. دانشگاه نیز نامه‌ای جهت اعلام وضعیت و استعداد بالای او برای پدرش ارسال کرد که در آن از نیکولا با عبارت ستاره‌ی دانشکده یاد شده بود. نیکولا در سال دوم تحصیل با استاد خود پروفسور Poeschl بحث‌ها و اختلاف نظرهای زیادی داشت. آنها روی دستگاه گرام کار می‌کردند و نیکولا معتقد بود که این دستگاه نیازی به سوییچ (Commutator) ندارد

تسلا در دوران دانشجویی بسیار سخت کار می‌کرد. او ادعا کرده هر روز هفته بدون تعطیلی از ساعت ۳ صبح تا ۱۱ شب مشغول کار و تحقیق بوده است. پس از مرگ پدرش در سال ۱۸۷۹ ، او مجموعه‌ای از نامه‌های دانشگاه به پدرش را پیدا میکند که در آن‌ها به خانواده‌ی تسلا هشدار داده شده بود . در این نامه‌ها آمده بود که اگر نیکولا را از دانشگاه خارج نکنند، قطعا به خاطر کار زیاد خواهد مرد. در سال‌های بعدی تحصیل، نیکولا به قمار کردن معتاد شد و بسیاری از درآمد و پس انداز خود را از دست داد. اگرچه او چند بار این عادت خود را ترک کرد اما در نهایت نتوانست در امتحانات سال سوم دانشگاه موفق شود و هیچگاه از دانشگاه فارغ التحصیل نشد.

نیکولا تسلا در سال ۱۸۷۸ شهر گراتس را ترک و ارتباط خود را نیز با تمام اعضای خانواده قطع کرد. او نمی‌خواست آن‌ها متوجه ترک دانشگاه از طرف او بشوند . بسیاری از نزدیکان نیکولا در آن سالها تصور می‌کردند که او مرده است. او به شهر ماریبور در اسلونی کنونی رفت و در آنجا به عنوان طراح مشغول به کار شد. اعتیاد به قمار او را در این سال‌ها نیز رها نکرد. او در سال ۱۸۷۹ و پس ازرد کردن تقاضای پدرش برای بازگشت به خانه، یک فروپاشی روانی حاد را تجربه کرد.

مهاجرت به مجارستان

نیکولا تسلا در سال ۱۸۸۱ به بوداپست، پایتخت مجارستان رفت تا زیر نظر تیوادا پوشکاش در شرکت تلگرافی Budapest telephone Exchange کار کند. در ابتدای دوران کاری او، شرکت فعالیت آنچنانی نداشت و نیکولا به عنوان نقشه‌کش و طراح در دفتر مرکزی تلگراف شهر شروع به کار کرد. پس از شروع به کار رسمی شرکت مورد نظر، تسلا به عنوان مدیر بخش برق آن مشغول به کار شد. در زمانی که تسلا در این شرکت فعالیت می‌کرد، طرحها و پیشرفت‌های زیادی در سیستم تلفن و برق ایستگاه مرکزی ایجاد کرد. او ادعا کرده بود که در این دوران توانسته یک آمپلی فایر تلفن اختراع کند که البته هیچگاه معرفی یا ثبت اختراع نشد .

استخدام در شرکت ادیسون

در سال ۱۸۸۲ ، پوشکاش، تسلا را برای کار در شعبه‌ی پاریس شرکت بین-المللی ادیسون اعزام کرد.زمینه‌ی اصلی کار شرکت ادیسون، طراحی، نصب و اجرای سیستم‌های روشنایی داخلی با لامپ رشته‌ای بود. تسلا در شعبه‌ی ایوری سور سن (Ivry Sur Seine) این شرکت مشغول به کار شد. او که استعداد بالایی در فراگیری علوم جدید داشت، تجربیات زیادی در مدت کار در این شرکت فراگرفت . مدیران شرکت ادیسون که متوجه استعداد بالای او شده بودند، مسئولیتهای بیشتری ازجمله طراحی دینام و موتورهای پیشرفته را به او واگذار کردند . تجهیزات شعبه‌های دیگر شرکت ادیسون که نیاز به تعمیر داشتند نیز برای تسلا ارسال می‌شدند .

مهاجرت به آمریکا

در سال ۱۸۸۴ ، مدیر شعبه‌ی پاریس شرکت ادیسون یعنی چارلز بچلر (Charles Bachelor) برای مدیریت کارخانه‌ی Edison Machine Works به نیویورک فراخوانده شد. او تسلا را نیز به این مهاجرت دعوت کرد . تسلا هم دعوت او را پذیرفت و در همان روزهای اول رسیدن به نیویورک، در کارخانه‌ی بزرگ ادیسون مشغول به کار شد. کارخانه‌ای با کارگران و مهندسان متعدد و ماشین آلات پیشرفته که برای ساخت تجهیزات بزرگ الکتریکی در مقیاس شهری فعالیت می‌کرد. تسلا در این کارخانه نیز مانند شعبه‌ی پاریس وظیفه‌ی حل مشکلات نصب و اجرای ژنراتورها را بر عهده داشت تسلا در سال-های فعالیت در کارخانه‌ی بزرگ ادیسون، چند بار با مؤسس آن یعنی **توماس آلوا ادیسون، دیدارهایی کوتاه داشت. یکی از این دیدارها زمانی بود که نیکولا تا دیروقت برای تعمیر** یک ژنراتور در کارخانه مشغول بود و ادیسون و بچلر که در حال صحبت با یکدیگر بودند، او را دیدند.

تسلا در مصاحبه‌ای گفته بود زمانی که ادیسون متوجه شده او تا دیروقت روی پروژه کار می‌کرده است، به بچلر گفته که او فردی بسیار عالی برای شرکت است .یکی از پروژه‌هایی که تسلا در شرکت ادیسون بر عهده داشت، بهبود لامپ‌های قوس الکتریکی این شرکت برای نصب در محیط‌های شهری بود. این لامپ‌ها که به ولتاژ بسیار بالایی نیاز داشتند، با سیستم‌های آن زمان کارخانه‌ی ادیسون قابل راه‌اندازی نبودند و این یک شکست برای شرکت بود.تسلا این لامپها را بهبود بخشید اما طرح‌های او هیچگاه عملی نشدند. دلیل این امر نیز می‌تواند بهبود سیستم ولتاژ شهری یا قرارداد ادیسون با کارخانه‌ای دیگر برای

تولید لامپ‌ها باشد.تسلا پس از ۶ ماه کار در کارخانه‌ی بزرگ ادیسون، آن را ترک کرد. دلایل ترک این شرکت هنوز به طور روشن مشخص نشده‌اند. احتمال زیادی که در مورد دلایل این تصمیم وجود دارد، بدقولی‌های شرکت ادیسون و مدیر مستقیم تسلا در اهدای پاداش به او است. تسلا در چند مصاحبه و یادداشت، از قول‌های پاداشی صحبت کرده که برای اختراع و ساخت تجهیزات جدید به او داده شده اما هیچ‌گاه عملی نشده است. او در جایی گفته که مدیران ادیسون، پس از انجام کارها این پیشنهادها را شوخی دانسته و به او گفته‌اند که هنوز فرهنگ شوخ طبعی آمریکایی را درک نکرده است. به هر حال تسلا در۴ ژانویه ی ۱۸۸۵ از شرکت ادیسون استعفا داد

کارخانه ساخت تجهیزات روشنایی الکتریکی تسلا

به محض ترک کردن شرکت ادیسون، تسلا روی ثبت پتنت سیستمهای روشنایی قوس الکتریکی کار کرد. او از لامول **سرل**، وکیل **ثبت اختراع ادیسون، برای ثبت پتنتش کمک خواست. سرل نیز او را** به ۲ تاجر شناخته شده به نام‌های **رابرت لین و بنجامین ویل معرفی کرد و در نهایت، به کمک این** دو سرمایه گذار، کارخانه‌ی ساخت تجهیزات تسلا (Tesla electric Light & Manufacturing) شروع به کار کرد. در سال اول، تسلا روی ساخت و توسعه ی ژنراتور DCپیشرفته‌ی خود کار کرد و آن را برای اولین بار در نیوجرسی و در محل کارخانه به راه انداخت.

فناوری پیشرفته ی ژنراتور تسلا، رسانه‌های فناوری آن روز را به تمجید از او واداشت پس از مدتی که از شروع به کار کارخانه گذشت، سرمایه‌گذاران در سال ۱۸۸۶ به این نتیجه رسیدند که بخش ساخت و تولید آن، بازدهی کافی ندارد و به همین دلیل تصمیم گرفتند این کارخانه را رها کنند. آن‌ها یک شرکت دیگر تاسیس کردند و تسلا را تنها گذاشتند. نیکولا تسلا که امتیاز پتنت‌های خود را نیز به خاطر اهدا به کارخانه از دست داده بود، در این سال با سختی‌های زیادی مواجه شد و مجبور شد حتی به عنوان تعمیرکار، شغل‌هایی پاره وقت قبول کند. او از این سال به عنوان یکی ازسخت‌ترین سال‌های عمرش یاد کرده و در جایی گفته است :احساس می‌کردم تمام مطالعات وحرفهایم در زمینه‌های مختلف علمی از جمله برق، مکانیک و حتی ادبیات، مسخره و بیهوده بوده‌اند

شرکت برق تسلا

نیکولا تسلا در سال ۱۸۸۶ با آلفرد بروان، **سرپرست شرکت Western Union و چارلز پک، که** وکیل بزرگی در شهر نیویورک بود، دیدار کرد. این ۲ نفر سابقه‌ی زیادی در راه‌اندازی شرکت‌های مختلف و معرفی ایده به سرمایه‌گذاران داشتند. آنها که ایده‌های جدید تسلا در مورد موضوعات مختلف از جمله موتورهای حرارتی مغناطیسی را در آن زمان دیده بودند، پیشنهاد جذب سرمایه گذار و پیگیری پتنت‌ها را به او ارائه کردند. سرانجام شرکت برق تسلا (Tesla Electric Company) درآوریل سال ۱۸۸۷ تاسیس شد. در قرارداد این شرکت، سود ثبت پتنت‌های تسلا، به ۳ قسمت تقسیم می-شد. یک بخش به تسلا، یک بخش به پک و براون و یک بخش نیز برای افزایش سرمایه استفاده می‌شد. آن‌ها در ابتدا یک آزمایشگاه در منهتن نیویوک تاسیس کردند تا تسلا بتواند در آن روی ژنراتورها، موتورها و دیگر تجهیزات برقی آزمایش انجام دهد

اختراع موتور القایی

در سال ۱۸۸۷ ، تسلا موتوری القایی اختراع کرد که از برق جریان متناوب استفاده می‌کرد. این نوع از جریان الکتریسیته در آن سالها در حال توسعه بود و ولتاژ بالا در مسافت‌های طولانی، از مزیت‌های خاص آن بود. موتور تسلا برای گردش از جریان چند فازی استفاده می‌کرد. این جریان برای گردش موتور، یک میدان مغناطیسی دوار ایجاد می‌کرد . این موتور برای فعالیت خود به کموتاتور یا جابجاگر جهت جریان نیازی نداشت و در نتیجه به سادگی عمل می‌کرد .پس از ثبت پتنت موتور القایی، مشاوران تسلا به او پیشنهاد دادند که آن را به صورت عمومی به نمایش بگذارد آنها در ۱۶ می سال ۱۸۸۸ ، موتور را در انجمن مهندسان برق آمریکا به نمایش گذاشتند. مهندسان شاغل در شرکت وستینگهاوس، محصول تسلا را دیده و آن را به جورج وستینگهاوس گزارش دادند. شرکت وستینگهاوس مدت‌ها بود که به دنبال موتوری با انرژی برق متناوب میگشت و اختراع تسلا می‌توانست کمک بزرگی برای آنها محسوب شود .در نهایت پیشنهاد خرید پتنت به تسلا و وکلایش ابلاغ شد و آنها حق استفاده از این پتنت را به قیمت بالایی به شرکت Westinghouse فروختند. طبق آن قرارداد، ۶۰ هزار دلار بصورت نقدی و سهام و ۲.۵ دلار بابت هر اسب بخار انرژی تولید شده توسط هر موتور به تسلا و همکارانش پرداخت می‌شد. علاوه بر آن، شرکت وستینگهاوس، نیکولا را به مدت یک سال و با حقوق بالای ۲هزار دلار در ماه (برابر با ۵۳ هزار دلار کنونی) استخدام کرد تا به عنوان مشاور بخش برق و ساخت و تولید کارخانه در آزمایشگاه‌های پیتزبورگ مشغول به کار شود.

پس از مدتی که از قرارداد تسلا و وستینگهاوس گذشت، رقابت میان شرکت‌های الکتریکی ادیسون، وستینگهاوس و تامپسون-هیوستون شدت گرفت و پس از آن نیز، دوران رکود اقتصادی دهه ی ۱۸۹۰ فرارسید. در این دوران، وستینگهاوس نمی‌توانست به تعهدات خود در قبال تسلا عمل کند مدیر آن با معذرت خواهی از او، اعلام کرد که تسلا باید مطالباتش را از این پس از بانک‌ها درخواست کند. در نهایت تسلا قرارداد خود را با شرکت لغو کرد. ۶ سال بعد، وستینگهاوس پس از عقد قرارداد اشتراک پتنت با شرکت جنرال الکتریک (که از ادغام ادیسون و تامپسون-هیوستون ایجاد شده بود)، ۲۱۶ هزار دلار برای خرید حق استفاده از پتنت، به تسلا پرداخت کرد

دیگر اختراعات و دستاوردها

تسلا پس از فروش حق اختراع خود، درآمد بالایی به دست آورد و توانست آزمایش‌ها و ایده‌های شخصی خود را پیگری کند. او در سال ۱۸۸۹ آزمایشگاهی را که پک و براون برایش اجاره کرده بودند ترک کرد و در سال‌های بعدی در آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های شخصی خود به همراه کارمندان مختلف کار کرد. او در این سال‌ها آزمایشات بلند پروازانه‌ی زیادی را تجربه کرد.

سیم‌پیچ تسلا

نیکولا در سال ۱۸۸۹ با تحقیقات **هاینریش هرتز در زمینه‌ی امواج الکترومغناطیسی آشنا شد و** علاقه‌ی زیادی به مطالعه و پیشرفت در این زمینه در او ایجاد شد. او در یکی از آزمایشات خود تلاش کرد تا یک سیم‌پیچ القایی را با یک ژنراتور سرعت بالا برقدار کند که فرکانس بالا باعث ذوب شدن ماده‌ی عایق موجود در سیم پیچ شد. به همین دلیل تسلا طرحی جدید ایجاد کرد و به جای ماده‌ی عایق از هوا استفاده کرده و در نهایت سیستم سیم‌پیچ القایی خود با نام تسلا را اختراع کرد. او در سال ۱۸۹۱ اختراع خود را ثبت کرد و در همان سال نیز مجوز شهروندی ایالات متحده ی آمریکا را به دست آورد

روشنایی بی‌سیم

این دانشمند بزرگ از ابتدای سال ۱۸۹۰ تمرکز خود را روی توسعه‌ی سیستم روشنایی بی‌سیم گذاشت. او تلاش کرد تا به کمک کوپلینگ‌های القایی و مقاومتی و استفاده از جریان ولتاژ بالای متناوب، برق را به صورت بی‌سیم منتقل کند. تسلا ارائه‌های متعددی برای مردم انجام داد و در چند تلاش موفق، توانست لامپهای روشنایی را بدون اتصال سیم و به صورت القایی روشن کند. در سال‌های بعدی و در طول این دهه، تمرکز اصلی نیکولا روی این سیستم بود. سرمایه گذاران متعدد در این دوران با او همکاری کردند اما هیچ‌کدام نتوانستند محصولی تجاری از اختراع او تولید کنند .تسلا از سال ۱۸۹۲ تا ۱۸۹۴ به عنوان معاون ا نجمن مهندسان برق آمریکا (که امروزه با نام IEEEشناخته می‌شود) فعالیت کرد

مشاوره تولید برق در آبشار نیاگارا

در سال ۱۸۹۳ ، **ادوارد دین آدامز، مدیر شرکت تولید و بهره برداری تجهیزات در آبشار نیاگارا، از** تسلا برای انتخاب بهترین سیستم و تجهیزات تولید برق از انرژی این آبشار مشاوره خواست . در آن زمان شرکت‌های مختلفی، ژنراتورها و تجهیزات تولید برق می‌ساختند که در انواع مختلف ۲ فاز، ۳ فاز و جریان مستقیم با ولتاژ بالا تولید می‌شدند . تسلا به آدامز پیشنهاد کرد که از سیستم ۲ فازی جریان متناوب استفاده کند . او نیز پیرو مشاوره‌ی تسلا، قراردادی برای ساخت سیستم تولید برق متناوب با وستینگهاوس الکتریک امضا کرد و برای طراحی و ساختسیستم توزیع برق متناوب نیز قراردادی با جنرال الکتریک تنظیم کرد. پس از این پروژه، آدامز که جذب ایده‌ها و نبوغ تسلا شده بود، به او کمک کرد تا شرکت مستقل خود با نام **Nikola Tesla Company را تأسیس کند** . در سال ۱۸۹۵ ، ساختمانی که آزمایشگاه تسلا در آن قرار داشت، طعمه‌ی آتش شد و بسیاری از پروژه-های در حال اجرا، طرح‌ها و نمونه‌های اولیه‌ی او از بین رفتند

آزمایش‌های **اشعه X**

تسلا در سال ۱۸۹۴ آزمایش‌های متعددی در زمینه‌ی تصویربرداری به کمک اشعه‌ی ایکس انجام داد. او به صورت اتفاقی و در جریان آزمایش‌های خود تصاویری ثبت کرده بود که می‌توان آن‌ها را به عنوان تصاویر اشعه Xشناخت. اما **ویلهلم کنراد رونتگن فردی است که از او به عنوان مخترع اشعه‌ی Xیاد می‌شود. به هر حال پس از اعلام کشف این اشعه در سال ۱۸۹۵ از طرف رونتگن، تسلا در سال** بعد تلاش کرد تا نمونه‌های خودش از این فناوری را تولید کند. او در جریان تلاش برای پیشرفت دراین زمینه، متوجه خطرات این اشعه‌ها برای بدن شد. البته بعداً مشخص شد که خسارت‌های بدنی وارد شده به خاطر وجود اوزون در آزمایش‌های بوده است

انرژی برق بی‌سیم

یکی از بزرگترین و بلند پروازانه‌ترین پروژه‌های تسلا، در مورد انتقال برق به صورت بی‌سیم بوده است. پس از موفقیت‌های اولیه در روشنایی بی‌سیم، تسلا تمام تمرکز خود را در دهه‌ی ۱۸۹۰ تا سال ۱۹۰۶ روی این پروژه گذاشت. او اعتقاد داشت نه تنها میتوان انرژی برق را تا مسافت‌های زیاد به صورت بی‌سیم منتقل کرد، بلکه میتوان ارتباطات بی‌سیم با مسافت‌های طولانی را نیز گسترش داد . او آزمایش‌های متعددی در این زمینه انجام داد و در نهایت به این نتیجه رسید که اتمسفر زمین،رسانا است. در ادامه تسلا طرحی متشکل از بالون‌های متعدد برای تولید، دریافت و انتقال جریان الکتریسیته منتشر کرد.

در سال‌های بعدی تسلا با جذب سرمایه گذار، آزمایشگاهی در Colorado Springs تأسیس کرد تا در ارتفاع زیاد به آزمایش ایده‌ی خود بپردازد اما هیچ-گاه نتوانست به نتیجه‌ای عملی در این زمینه برسد. در خلال آزمایش‌های انتقال بی‌سیم برق، نیکولا ادعا کرد که سیگنال‌های مبهم در آزمایشگاه خود دریافت کرده که آنها را پیام‌های موجوداتی از خارج از زمین تفسیر کرد .

مقاله ای در مورد یافته‌ها و ، Centuryدر شماره‌ی ژوئن سال ۱۹۰۰ مجله‌ی The Problem of Increasing human Energyاختراعات تسلا با عنوان منتشر شد که تلاش کرده بود سیستم بی‌سیم او را نیز توضیح دهد

در ادامه‌ی تحقیقات این پروژه، تسلا در سال ۱۹۰۱ توانست **جی پیرپونت مورگان را قانع کند تا** کمکی ۱۵۰ هزار دلاری برای پیشرفت تحقیقات

سیستم بی‌سیم به او بکند. در نهایت قرارداد امضا شد و تسلا شروع به ساخت برج کرد تا پروژه‌ی بلندپروازانه‌ی خود را پیگیری کند .

در همین زمان، **مارکونی (Marconi) که پیش از این یافته‌هایی کلی در مورد ارتباطات رادیویی** به دست آورده بود، توانست اولین پیام رادیویی جهان را ارسال کرده و تسلا را در این رقابت شکست دهد.
در نتیجه‌ی این شکست تسلا باز هم برای جذب سرمایه تلاش کرد اما موفق نشد. در سال‌های بعدی بسیاری از سرمایه‌گذاران و منتقدان، آزمایش‌های تسلا را بیهوده دانسته و برای سرمایه‌گذاری روی طرح‌های مارکونی تلاش کردند. برج Wardenclyffe نیز به بزرگترین شکست تسلا در زندگی بدل شد و او مجبور شد برای پرداخت بدهی‌هایش آن را بفروشد .درسال‌های بعدی تسلا تلاش زیادی برای جذب سرمایه گذار یا فروش پتنت‌هایش داشت اما عملا درسال ۱۹۲۵ به یک ه، شکسته تبدیل شد .

زندگی شخصی

نیکولا تسلا فردی منظم، سختکوش و البته تنها بود. او ساعت‌های زیادی را به کار اختصاص می‌داد و زمان غذا خوردن، ورزش کردن و کار او بسیار دقیق و حساب شده بود. او به ظاهر خود اهمیت زیادی می‌داد و از جمله باوقارترین دانشمندان زمان خود بود .
حافظه‌ی نیکولا تسلا بسیار قوی بود. او کتاب‌های زیادی می‌خواند و آنها را به طور کامل حفظ می‌کرد . او حافظه‌ی تصویری دقیقی نیز داشت و تنها با شنیدن نام یک جسم، جزئیات آن را به خوبی به یاد می‌آورد. تسلا به ۸ زبان زنده‌ی دنیا از جمله صربستانی، چک، انگلیسی، فرانسوی، آلمانی، مجارستانی، ایتالیایی و زبان لاتین مسلط بود نیکولا تسلا هیچگاه ازدواج نکرد. او در جایی عنوان کرده بود که تصور می‌کند شخصیتش برای یک زن ارزشی ندارد. او در بسیاری از مواقع به عنوان مدافع حقوق زنان شناخته شده و البته انتقادهایی در مورد تلاش زنان برای انجام رفتارهای مردانه داشته است. از نظر او زنان در تلاش برای افزایش قدرت خود، در حال تبدیل شدن به مردان بوده‌اند. در سال‌های پایانی عمر، تسلا عنوان کرده بود که ازدواج نکردن یکی از بزرگترین فداکاری‌های او برای کارش بوده است .
نیکولا تسلا در ۷ ژانویه‌ی سال ۱۹۴۳ در سن ۸۶ سالگی از دنیا رفت. او روز آخر عمر خود را در اتاق ۳۳۲۷ هتل نیویورکر گذراند و جسدش ۲ روز بعد توسط خدمتکار هتل پیدا شد خواهرزاده‌ی او تلاش زیادی کرد تا دارایی‌های تسلا را به زادگاهش بازگرداند و این اتفاق در سال ۱۹۵۲ رخ داد و۸۰ صندوق بزرگ، تمام آنچه از دارایی‌های تسلا مانده بود را به بلگراد بازگرداندند. در سال ۱۹۵۷ نیز خاکستر نیکولا تسلا از آمریکا به بلگراد منتقل شد و از آن روز در یک گوی طلایی در موزه‌ی نیکولا تسلا نگهداری می‌شود. از مرگ نیکولا تسلا تاکنون، شرکت‌ها، گروه‌ها، مکان‌ها و جوایز متعددی به نام این دانشمند بزرگ ثبت شده-اند.

تهیه کننده : طیبه حسین زاده استاد راهنما: دکتر فدوی

هفت اختراع عجیب و مرموز "نیکولا تسلا" که هرگز ساخته نشدند

در این گزارش به معرفی هفت اختراع عجیب و غریب از "نیکولا تسلا" از دستگاه موج جزر و مدی مصنوعی گرفته تا یک دوربین که از افکار افراد عکس می‌گیرد، می‌پردازیم که تاکنون پا به دنیای واقعیت نگذاشته‌اند ".نیکولا تسلا" یکی از بزرگترین مخترعان تاریخ است که با کارهایش زندگی نسل‌های بعد از خود را در جهان برای همیشه تغییر داد. وی صاحب بیش از ۲۷۰ حق اختراع ثبت شده در ۲۷ کشور دنیا از جمله ۱۱۲ اختراع در ایالات متحده است که به حق، جایگاه خود را در تاریخ تثبیت کرده است. با این حال، همه اختراعات تسلا به تولید نرسیده‌اند. اکنون ما به سراغ هفت مورد از عجیب‌ترین اختراعات تسلا رفته‌ایم که هرگز ساخته نشده‌اند.

۱-انتقال دهنده بی‌سیم انرژی

نیکولا تسلا به عنوان کسی که کاملاً با برق مرتبط بود، تعجب آور نیست که بسیاری از اختراعاتش در زمینه تولید و انتقال برق باشد. آنچه بسیاری از مردم نمی‌دانند این است که تسلا سعی کرد برجی بسازد که برق را از طریق هوا منتقل کند. وی حتی از "جی.پی مورگان" سرمایه‌دار آمریکایی برای تأمین مالی این برج موسوم به "برج واردن‌کلیف (Wardenclyffe Tower)"در ساحل شمالی "لانگ آیلند" کمک گرفت و امیدوار بود بتواند آن را برای انتقال برق به شهر نیویورک سازگار کند.
مورگان از زیر هزینه این طرح انتقال برق شانه خالی کرد و از تأمین بودجه بقیه پروژه خودداری کرد و تسلا مجبور شد آن را رها کند و سرانجام این برج را یک دهه بعد در سال ۱۹۱۷ از بین برد.

۲- کشتی‌های مافوق‌صوت با پشتیبانی از برج‌های برق بی-سیم زمینی

وقتی همین چند سال پیش فناوری شارژ بی‌سیم معرفی شد، یک فناوری انقلابی به نظر می‌رسید. این در حالی است که اگر نیکولا تسلا امروز زنده بود ما را بابت این خوشحالی ملامت می‌کرد، چرا که وی در سال ۱۹۱۹ ایده یک کشتی هوایی مافوق صوت را در سر می‌پروراند که کاملاً از طریق انتقال بی‌سیم برق از برج های زمینی تأمین نیرو شود و بتواند در ارتفاع ۱۲ کیلومتری از سطح زمین و با سرعت ۱۶۰۰ کیلومتر در ساعت پرواز کند. وی می‌خواست با ساخت این کشتی هوایی سفر از نیویورک به لندن را به کمتر از چهار ساعت برساند.

۳ – نیروهای دریایی قابل کنترل از راه دور

در حالی که تسلا بیشتر به خاطر کار با برق مشهور است، این تنها حوزه‌ای نیست که او در آن کار می‌کرد. یکی دیگر از زمینه‌های اصلی کار تسلا، فناوری‌های نظامی بود. وی مانند "آلفرد نوبل" معتقد بود که بهترین راه برای جلوگیری از جنگ این است که درگیری در آن کاملاً بیهوده باشد و یا برای شرکت کنندگان در آن آنقدر فاجعه بار باشد که هیچ کس آنقدر دیوانگی به خرج ندهد که یک جنگ را شروع کند یا در آن درگیر شود.

تسلا با توجه به این موضوع، قایق کوچکی را اختراع کرد که می‌توانست با سیگنال‌های رادیویی و به صورت کاملا کنترل از راه دور شروع به حرکت کند و متوقف و هدایت شود. وی امیدوار بود که با چنین فناوری‌هایی انسان‌ها را از معادله جنگ حذف کند.

٤- دوربین ذهن

یکی از عجیب‌ترین ایده‌های تسلا این بود که بتوان از افکار اشخاص عکس گرفت. او در سال ۱۹۳۳ به خبرنگاران گفت: در سال ۱۸۹۳ در حالی که به تحقیقات خاصی مشغول بودم، متقاعد شدم که یک تصویر مشخص در اندیشه آدمی باید یک تصویر متناظر در شبکیه چشم ایجاد کند که ممکن است بتوان آن را با یک دستگاه مناسب خواند و از افکار خود عکس بگیریم. اگر این درست باشد که هر فکر یک تصویر را در شبکیه منعکس می‌کند، می‌توان از آن عکس گرفت و سپس از روش‌های معمول موجود برای ظاهر کردن آن استفاده کرد.

وی افزود: اگر این کار با موفقیت انجام شود، اشیای تصور شده توسط یک شخص در هنگام شکل‌گیری به وضوح روی یک صفحه نمایش منعکس می‌شوند و از این طریق می‌توان فکر هر فردی را خواند. بنابراین ذهن ما واقعاً مانند کتاب‌های باز خواهد بود.

بدیهی است که هنوز مشخص نیست که فرآیندهای تفکر در ذهن انسان چگونه کار می‌کنند، اما در مورد مکانیسم بیولوژیکی اندیشه و شعور انسان اطلاعات زیادی وجود دارد که نمی‌توان به طور قطع گفت که تسلا در اشتباه بوده است.

٥-ماشین زلزله

تسلا در سال ۱۸۹۳ حق اختراع یک لرزش‌ساز مکانیکی را ثبت کرد که با بخار کار می‌کرد و می‌توانست از ارتعاشات آن برای تولید برق استفاده کند. همانطور که بعدها تسلا به خبرنگاران گفت، در حالی که این دستگاه را برای انجام یک آزمایش کالیبره می‌کرد، این دستگاه آزمایشگاه وی را در شهر نیویورک چنان لرزاند که تقریبا در حال تخریب همه ساختمان بود.

وی گفت: ناگهان تمام ماشین آلات سنگین موجود در آزمایشگاه به اطراف به پرواز درآمدند. من یک چکش به دست گرفتم و این دستگاه را شکستم. اگر چند دقیقه دیگر به فعالیت خود ادامه می‌داد، ساختمان روی سرمان خراب شده بود. همه بیرون ساختمان در خیابان جمع شده بودند و سپس پلیس و آمبولانس‌ها رسیدند. به دستیارانم گفتم چیزی نگویند. ما به پلیس گفتیم حتما زمین‌لرزه بوده است. این تنها چیزی است که آنها در مورد این حادثه می‌دانند.

این دستگاه مرموز، الهام بخش تسلا برای ساخت یک لرزش‌ساز تله ژئودینامیکی شد که در واقع یک ماشین زلزله بود و می‌توانست به دانشمندان برای کشف خصوصیات زمین شناسی زمین و به مهندسان و محققان برای یافتن ذخایر سنگ‌های معدنی و فلزات در زیر زمین کمک کند.

تسلا هرگز موفق به ساخت ماشین زلزله خود نشد، اما دانشمندان و مهندسان امروزی از همان اصل استفاده می‌کنند تا دقیقاً همان کاری را انجام دهند که تسلا آن را در تصور خود داشت.

٦ – امواج جزر و مدی مصنوعی

تسلا در طول زندگی خود ساخت سلاح‌هایی آنچنان مخرب را در ذهن داشت که اگر ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گرفتند، از نظر قدرت ویرانگری با بمب اتم قابلیت رقابت داشتند.

یکی از این سلاح‌ها موج جزر و مدی مصنوعی بود که به اعتقاد تسلا آخرین دفاع در برابر ناوگان دریایی دشمن بود. امید تسلا این بود که بزرگترین سلاح دریایی را بسازد تا کشورها دیگر اقدام به ساخت ناوگان جنگی نکنند و شرکت در هر جنگی برایشان بی‌فایده باشد.

تسلا برای انجام این کار ساخت دستگاهی موسوم به "تله‌اوتوماتونز (telautomatons)"را تصور کرد که می‌تواند چندین تن ماده منفجره را در نزدیکی نیروی دریایی دشمن منفجر کند. تسلا محاسبه کرد که حباب گاز حاصل از این انفجار، امواج جزر و مدی با ارتفاع بیش از ۳۰ متر تولید می‌کند که برای از بین بردن بزرگترین ارتش‌هایی دریایی نیز کافی است.

۷ .پرتوی مرگ

هفتمین اختراع عجیب نیکولا تسلا دستگاهی به نام "پرتوی مرگ" یا همانطور که تسلا آن را صدا می‌کرد، "پرتوی صلح" است.

تسلا معتقد بود که با سرعت بخشیدن به ایزوتوپ‌های جیوه تا ۴۸ برابر سرعت صوت، پرتویی تولید می‌شود که انرژی کافی را برای از بین بردن تمامی ارتش‌ها از فاصله دور تولید می‌کند و فقط انحنای سطح زمین بود که می‌توانست آن را محدود کند.

تسلا ظاهراً در سال‌های قبل از مرگش سعی در فروش این ایده به چندین دولت از جمله ایالات متحده داشت، اما اتحاد جماهیر شوروی تنها کشوری بود که آزمایش آن را انجام داد و هرگز نتیجه‌ای را که تسلا انتظار داشت، به بار نیاورد

ترمودینامیک سیاه‌چاله‌ها (ابراهیم رحیمی)

مقدمه

شباهت بین خواص هندسی سیاهچاله‌ها و متغیرهای ترمودینامیکی، بینش عمیقی را نسبت به رابطهٔ بین ویژگی‌های فیزیکی گرانش و ترمودینامیک ارائه می‌دهد. به عنوان یکی از این روابط، می‌توان به این نکته اشاره کرد که نظریهٔ گرانش کوانتمی می‌تواند از طریق ترمودینامیک سیاهچاله‌ها مورد بررسی واقع شود. انگیزه‌های متفاوتی از بررسی ترمودینامیک سیاه‌چاله وجود دارد و از

آنجایی که ترمودینامیک یکی از پله‌های گذار از گرانش کلاسیک به گرانش کوانتمی است، به عنوان یکی از اهداف و انگیزه‌ها برای بررسی ترمودینامیک سیاهچاله‌ها می‌باشد.

اولین بار هاوکینگ نشان داد که دمای سیاهچاله‌ها با توجه به تابش هاوکینگ غیرصفر است و پس از آن، بکنشتاین بیان کرد که باید به سیاهچاله‌ها یک آنتروپی متناسب با مساحت افق رویدادش نسبت داد.

پس سیاهچاله‌ها به عنوان سیستم‌های ترمودینامیکی در نظر گرفته می‌شوند و با توجه به این موضوع، پایداری گرمایی و گذار فاز ترمودینامیکی سیاهچاله‌ها اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است.

همچنین با کشف آنتروپی توسط بکنشتاین، تضاد بین سخن ویلر که به صورت " می‌توان تمام اطلاعات مربوط به بیرون سیاهچاله را با ریختن آن به داخل سیاهچاله محو کرد " بیان شد، با قانون دوم رفع گردید، زیرا مساحت افق رویداد یک سیاهچاله زمانی که یک جسم با انرژی مثبت وارد آن می‌شود افزوده خواهد شد و لذا آنتروپی کلی سیاهچاله نیز افزایش خواهد یافت.

سیاهچاله‌ها بوسیله جرم، تکانه‌زاویه‌ای و بار الکتریکی آن‌ها توصیف می‌شوند. از حل‌های شوارتزشیلد، رایسنر-نوردستروم، کر، کر-نیومن و ... می‌توان به عنوان نمونه‌هایی از جواب‌های سیاهچاله از معادلات اینشتین نام برد که هر کدام سیاهچاله‌هایی با خصوصیات متمایز را توصیف می‌کنند.

ارتباط بین پارامترهای سیاهچاله و متغیرهای ترمودینامیکی، باعث پیدا شدن شباهت بین قوانین مکانیک سیاهچاله‌ها به قوانین معمول ترمودینامیکی گردید. باردین، کارتر و هاوکینگ، قوانین ترمودینامیک سیاهچاله‌ها را همانند با قوانین ترمودینامیک معمولی فرمول‌بندی نمودند.

الف) قانون صفرم: گرانش سطحی κ یک سیاهچالهٔ ایستا، در سرتاسر افق رویداد، ثابت است.

این قانون در تناظر با قانون صفرم ترمودینامیک معمولی است که ثابت بودن دما در در حال تعادل گرمایی را بیان می‌کند. قانون صفرم بیان می‌کند که گرانش سطحی κ روی افق رویداد یک سیاهچاله پایا قابل مقایسه با کمیت دمای T یک سیستم در حال تعادل گرمایی است.

با توجه به نظریهٔ میدان‌های کوانتمی، استیون هاوکینگ نشان داد که سیاهچاله‌ها با یک طیف دمایی کامل در حال تابش می‌باشند [۳]. گرانش سطحی با دمای فیزیکی سیاهچاله با رابطهٔ $T = \kappa /2\pi$ مرتبط می‌شود.

κ را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\kappa^2 = -\frac{1}{2}(\nabla_\mu \chi_\nu)(\nabla^\mu \chi^\nu) \quad (۱)$$

که بعنوان نمونه در این رابطه $\chi = \frac{\partial}{\partial t}$، بردار کیلینگ برای سیاهچاله‌های ایستا می‌باشد.

بنابراین برای دمای فیزیکی افق سیاهچاله، رابطهٔ زیر را خواهیم داشت:

$$(۲) T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{-\frac{1}{2}(\nabla_\mu \chi_\nu)(\nabla^\mu \chi^\nu)}$$

تابش هاوکینگ

در افق رویداد یک سیاهچاله با توجه به بیان هاوکینگ، تعداد زوج ذره‌های زیادی به وجود می‌آیند و از بین می‌روند. او استدلال کرد که ابتدا یک زوج از ذرات مجازی بوجود می‌آید و قبل از آنکه این زوج همدیگر را ملاقات کنند و یکدیگر را خنثی کنند، ذرات با انرژی منفی از افق رویداد رد شده و وارد سیاهچاله می‌شود.

میدان جاذبه قوی افق رویداد سیاهچاله قادر است آنها را از مجازی به واقعی تبدیل کند که تغییرات زیادی در این زوج پدیدار می‌کند که باعث می شود آن-ها زمان طولانی بدون خنثی کردن یکدیگر جدا از هم وجود داشته باشند. همچنین ذره‌ای که دارای انرژی مثبت است می‌تواند وارد سیاهچاله شده یا اینکه از آن فرار کند که به این ترتیب این ذره با انرژی مثبت به عنوان تابش دریافت خواهد شد که به تابش هاوکینگ مشهور می‌باشد و این تابش سیاهچاله باعث می‌شود که سیاهچاله دمایی مخالف دمای صفر داشته باشد. بنابراین افق رویداد مقداری از افت و خیزهای کوانتومی موجود فضا زمان را به تابش تبدیل می‌کند.

ب) قانون اول: تغییرات جرم تابعیتی از تغییرات مساحت افق رویداد سیاهچاله، تکانه زاویه‌ای و بار الکتریکی دارد که توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$(۳)\ \delta M = T\delta S + \Omega\delta J + \Phi\delta Q$$

سمت چپ رابطه قانون اول سیاهچاله‌ها، تغییرات انرژی را نشان می‌دهد. اولین جمله در سمت راست همان گرمای مبادله شده و سایر جملات تعبیر کار انجام شده را دارا هستند.

که در این رابطه M جرم سیاهچاله، Ω سرعت زاویه‌ای افق رویداد سیاهچاله، J تکانه زاویه‌ای، Φ پتانسیل الکتریکی و Q بارالکتریکی سیاهچاله و δS تغییر در آنتروپی سیاهچاله می‌باشد.

آنتروپی سیاهچاله مقدار آنتروپی است که بایستی برای یک سیاهچاله در نظر گرفت تا از دیدگاه ناظر خارجی دور، این سیستم از قوانین ترمودینامیک تبعیت کند. این آنتروپی که توسط یاکوب بکنشتاین [۲] در سال ۱۹۷۳ و استیون هاوکینگ در سال ۱۹۷۴ پیشنهاد شده است، به صورت زیر نشان داده می‌شود (۴) :

$$S = \frac{A}{4}$$

که در آن A مساحت افق رویداد می‌باشد و لذا رابطه (۲-۴) به قانون مساحت معروف است.

کل بار الکتریکی سیاهچاله توسط قانون گاوس محاسبه می‌گردد

$$(۵)\ Q = \frac{1}{4}\iint_A F^{\mu\nu} ds_{\mu\nu}$$

که در آن $F^{\mu\nu}$ تانسور میدان الکترومغناطیسی و ds المان مساحت است

گزارش فعالیت‌های انجمن در دور نهم

گزارش اولین همایش دبیران فیزیک فارس در سال تحصیلی ۹۹ – ۹۸

(تجلیل از مرحوم عابد)

اولین همایش دبیران فیزیک فارس به همت انجمن معلمان فیزیک فارس و گروه آموزشی فیزیک استان در تاریخ ۹۸/۹/۱۵ در محل دبیرستان ناصریان ناحیه یک شیراز برگزار شد .

در این همایش ابتدا سرکار خانم صداقت چند آزمایش جذاب فیزیکی برای همکاران انجام دادند، سپس آقای پاک طینت عضو گروه آموزشی فیزیک استان تحلیلی در رابطه با سئوالات کنکور سراسری سال ۹۸ در قالب یک پاورپوینت ارائه دادند .

قسمت دوم مراسم اختصاص به تجلیل از مقام شامخ دبیر پیشکسوت فیزیک فارس جناب رضا عابد که سال ۸۳ به افتخار بازنشستگی نائل شده بودند داشت .

در ابتدا آقای کریمی رئیس محترم شورای اجرائی انجمن معلمان فیزیک فارس چند دقیقه‌ای در خصوص ویژگی‌های شخصیتی استاد عابد سخنانی بیان کردند آقای کریمی خود را شاگرد ایشان دانستند و خطاب به ایشان گفتند آنچه باعث شده با یک اطلاع رسانی ساده جمع کثیری از شاگردان و همکاران سابق شما در این مراسم شرکت کنند و استقبال بی‌نظیری از این مراسم نشان دهند این بود که جناب عابد در کلاس‌های خود فقط فیزیک درس نمی‌دادند بلکه درس محبت هم می‌دادند

در ادامه خانم علی اکبری نایب رئیس انجمن معلمان فیزیک فارس با خواندن متنی که قسمتی از آن به شرح زیر است از استاد عابد دعوت کردند برای سخنرانی تشریف بیاورند :

معلمی را می‌شناسم پر از شور و اشتیاق پر از هیجان مثبت، عشق و علاقه ... پر از اشراف کامل به مطالب علمی ... وقت شناس و قانون‌مند و خلاق و دوست داشتنی زیاد فکر می‌کرد و کم حرف می‌زد و خوب می‌نوشت .

درود بر او که با تشنگی زیاد دانش آموزان لیوان آب را بدست آن ها نمی‌داد بلکه راهی به سوی اقیانوس بر روی آن‌ها می‌گشود .

این معلم مهربان و علاقمند و زحمت‌کش و پر تلاش کسی نبوده و نیست جز استاد رضا عابد

در ادامه مراسم آقای عابد با تشویق پی در پی شرکت‌کنندگان ، بر روی سن آمده و چند دقیقه‌ای برای شاگردان و همکاران قدیمی خود صحبت کردند ایشان از دبیران خواستند که فیزیک را عمقی و مفهومی تدریس کنند . و گفتند معلم باید قربانی شود تا جامعه اصلاح گردد. (**لازم به ذکر است که جناب عابد در تیرماه ۹۹ در اثر سرطان فوت کردند**)

برنامه بعدی پس از پذیرائی مختصر از همکاران سخنرانی استاد ارجمند جناب آقای دکتر احمد پوست فروش بود که درباره جایزه نوبل ۲۰۱۹ و علت اهدای آن به سه نفر از فیزیکدانان که در زمینه کیهان شناسی و در موضوع تابش زمینه کیهانی و ماده تاریک و همچنین کشف سیاره‌های فراخورشیدی پژوهش‌های برجسته ای انجام داده بودند اهداء شده سخنرانی فرمودند .

آخرین برنامه این همایش سخنرانی استاد مصطفی منتظری بود که درباره ویژگی‌های یک‌معلم خوب با تاکید بر مهارت‌های کلاس‌داری صحبت کردند موارد مطروح شده توسط ایشان به اختصار به شرح زیر است:

۱ -معرفی دو کتاب

الف- مدیریت و کلاس‌داری جذاب تالیف سی. ام. چارلز

ب- ۱۲۰ تجربه آموزشی تالیف مصطفی منتظری

۲ -بجای لیست کردن ویژگی‌های یک معلم موفق ، افکارحضار را به یادآوری اوصاف بهترین معلم دوره مدرسه‌ای خود معطوف داشتند.

بازدید از صا ایران مرکز شیراز

در تاریخ ۹۸/۸/۱۱ طی نامه‌ای به شرکت صا ایران تقاضای بازدید از این مرکز به مسئولین مربوطه ارائه گردید که پس از انجام اولین بازدید که در آن ۱۵ نفر از دبیران فیزیک حضور داشتند به علت شیوع بیماری کرونا انجام بازدیدهای بعدی میسر نشد.

وبینار آشنائی با مفاهیم فشار

این وبینار در تاریخ دوم بهمن سال ۹۹ با مدرسی جناب استاد کریمی به بصورت مجازی برگزار شد که مورد استقبال دبیران فیزیک از سراسر کشور قرار گرفت.

همایش صفر تا صد مفاهیم نوردردبیرستان

همایش صفر تا صد مفاهیم نور در دبیرستان (بیان مفاهیم،چگونگی تدریس و انجام آزمایش‌های مربوط)

این همایش اولین همایش حضوری پس از کاهش میزان ابتلاء به بیماری کرونا بود که با همکاری انجمن فیزیک و گروه آموزشی فیزیک استان و پژوهشکده معلم فارس در تاریخ ۲۳ /۱۴۰۰/۱۰ با مدرسی اساتید گرانقدر جناب فرهنگ کریمی ،محمدجعفریزدانی،غلامرضایدملت در محل پژوهشکده معلم برگزار شد که مورد استقبال همکاران قرار گرفت.

تهیه ویدئو های آموزشی (تدریس مباحث کتاب‌های درسی)

با توجه تعطیلی مدارس، انجمن با همکاری شرکت سادآموز اقدام به تهیه ویدئوهایی از تدریس مباحث کتاب‌های درسی با مدرسی دبیران با تجربه

فیزیک استان از جمله استاد کریمی رئیس شورای اجرائی انجمن و قرار دادن آن‌ها در سایت آپارات انجمن و گروه آموزشی استان نمود، این ویدئوها به وزارت هم ارسال گردید و مورد تقدیر واقع شد.

برگزاری مجمع‌عمومی فوق‌العاده

در تاریخ ۱۴۰۰/۰۶/۰۴ مجمع عمومی فوق‌العاده نوبت اول و در تاریخ ۱۴۰۰/۰۶/۱۸مجمع عمومی فوق‌العاده نوبت دوم برای اصلاح اساسنامه انجمن از جهت تغییر مدت عضویت در شورای اجرائی تشکیل و با اصلاح ماده ۱۲ اساسنامه انجمن مدت عضویت در شورای اجرائی به ۳ سال تغییر کرد.

چاپ آذرخش ۱۵ و ارسال آن به استان‌های کشور

شماره ۱۵نشریه‌ی آذرخش گاهنامه انجمن معلمان فیزیک فارس چاپ و علاوه بر توزیع در سطح استان به تمامی استان‌های کشور ارسال شد.

برگزاری وبینار ترمودینامیک سیاه‌چاله‌ها و تدوین برنامه-های انجمن در سال جهانی علوم‌پایه

در این وبینار جناب آقای دکتر ابراهیم رحیمی عضو شورای اجرائی انجمن و مدرس متوسط دوم و دانشگاه آزاد در مورد «ترمودینامیک سیاه‌چاله‌ها» مطالبی بیان داشتند و آقای حمید مصطفی‌نژادیان در مورد برنامه‌های انجمن در سال جهانی علوم پایه توضیحاتی ارائه نمودند. این همایش در اردیبهشت ۱۴۰۱ برگزار گردید.

همایش حضوری- مجازی آشنائی با کیهان‌شناسی

این همایش در تاریخ ۲۲ اسفند ۱۴۰۰ با همکاری انجمن نجوم و گروه آموزشی فیزیک استان در محل سالن اجتماعات اداره کل آموزش و پرورش فارس بصورت حضوری برگزار شد و همزمان با همکاری ستاد سال جهانی علوم پایه و اتحادیه انجمن‌های فیزیک کشور در محیط اسکای روم نیز ارائه گردید.

سخنران این همایش دکتر پائولو سرجیو برتونس مدیر بخش آموزش اتحادیه معلمان نجوم از کشور برزیل بود که به دعوت انجمن نجوم معلمان فارس به شیراز سفر کرده بودند.

همایش علمی و مجمع عمومی انجمن

در تاریخ ۲۶ خرداد ۱۴۰۱ جهت گرامیداشت سال جهانی علوم پایه در توسعه پایدار و همچنین برگزاری مجمع عمومی عادی نوبت دوم برای انتخاب اعضای شورای اجرائی و بازرسان و تصویب تراز مالی سال ۱۴۰۰ و تغییر روزنامه کثیرالانتشار جهت درج آگهی‌های انجمن همایشی در سالن اجتماعات آموزش و پرورش ناحیه یک شیراز برگزار شد.

برنامه‌های این همایش به قرار زیر بود :

ابتدا آقای دکتر عبدالحمید خادمی عضو شورای اجرائی انجمن در مورد نقش فیزیک در توسعه پایدار مطالبی بیان کردند

سپس آزمایش‌گران پرافتخار فارس چند آزمایش جذاب و ابتکاری انجام دادند.

سخنران مدعو این همایش جناب آقای دکتر نعمت‌الله ریاضی استاد تمام بخش فیزیک دانشگاه شهید بهشتی به صورت غیر حضوری مقاله‌ای تحت عنوان «آشنائی با تلسکوپ جیمزوب »ارائه نمودند.

به دنبال آن مجمع عمومی به شرح زیر برگزار شد:

۱- گزارش عملکرد شورای اجرائی توسط جناب آقای فرهنگ کریمی رئیس شورا
۲- تصویب تراز مالی انجمن
۳- گزارش آقای حمید مصطفی‌نژادیان بازرس انجمن
۴- انتخاب روزنامه افسانه برای درج آگهی‌های انجمن
۵- تعیین حق عضویت سالانه به مبلغ ۵۰ هزارتومان
۶- معرفی کاندیداهای عضویت در شورای اجرائی و بازرسان
۷- انتخاب اعضای شورای اجرائی با ورقه که در نتیجه آن افراد زیر برای مدت سه سال برای عضویت در شورای اجرائی انتخاب شدند:

اعضای هیأت مدیره اصلی به ترتیب آراء

۱-آقای عبدالحمید خادمی ۲- آقای حمید مصطفی نژادیان
۳-آقای فرهاد اسماعیلی ۴- خانم سمانه دیهیم
۵-خانم طاهره روستا ۶- آقای سید احمد پزشکیان
۷-آقای ابراهیم رحیمی ۸- خانم شراره حداد
۹-خانم سارا توانگر زمین ۱۰- آقای مصطفی افشاری پور
۱۱- خانم طیبه حسین زاده

اعضای علی البدل هیأت مدیره

۱- آقای حمید سلطانی مارگانی ۲-خانم مهرانه توانا
۳ خانم -فاطمه هنرور

بازرسان اصلی : ۱-آقای فرهنگ کریمی ۲-آقای غلامحسین بهمنی

بازرس علی البدل : خانم زهرا علی اکبری

گزارش اولین جلسه شورای اجرائی انجمن در دور دهم

بدنبال انتخاب اعضای شورای اجرائی و بازرسان، اولین جلسه شورای اجرائی دور دهم انجمن معلمان فیزیک فارس در تاریخ ۱۴۰۱/۰۴/۰۸ تشکیل شد و با رأی‌گیری با ورقه سمت‌ها تعیین و مسئولین کمیسیون‌ها به شرح زیر انتخاب شدند:

آقای حمید مصطفی نژادیان رئیس هیأت مدیره
خانم سمانه دیهیم نایب رئیس هیأت مدیره
خانم طیبه حسین زاده خزانه‌دار
آقای مصطفی افشاری پور منشی
خانم طاهره روستا مسئول روابط عمومی
آقای فرهاد اسماعیلی و آقای احمد پزشکیان کمسیون بررسی کتب درسی

آقای عبدالحمید خادمی و خانم شراره حداد کمیسیون بازدیدهای علمی و همایش‌ها

آقای ابراهیم رحیمی کمیسیون آموزش و تحقیق

خانم سارا توانگر زمین کمیسیون انتشارات و آمار و اطلاعات

آقای حمید مصطفی‌نژادیان و مصطفی افشاریپور کمیسیون نشریه

ادامه مقاله «ترمودینامیک سیاه‌چاله‌ها»

ج) قانون دوم : با فرض شرایط انرژی ضعیف، مساحت افق رویداد تابعی صعودی بر حسب زمان می‌باشد (در هیچ فرایند فیزیکی مجازی مساحت افق رویداد سیاه‌چاله نمی‌تواند کاهش یابد)

$$\frac{\delta A}{\delta t} \geq 0 \quad (۶)$$

د) قانون سوم: غیر ممکن است که بتوانیم سیاه‌چاله‌ای داشته باشیم که شتاب گرانشی در سطح آن به صفر میل می‌کند یا به بیان دیگر نمی‌توان هیچگاه به رابطهٔ $\kappa = 0$ رسید.

این قانون در تناظر کامل با قانون سوم ترمودینامیک معمولی است که بیان می‌کند که دمای یک سیستم نمی‌تواند توسط تعداد متناهی فرایند برگشت پذیر به مقدار صفر مطلق برسد.

زمانی که شرایط پایداری برقرار نشود سیستم ترمودینامیکی دچار یک گذار فاز می‌گردد. با استفاده از معادلات کلاسیوس -کلاپیرون– ارنفست می‌توان از روش گیبس برای مطالعه گذار فاز استفاده کرد. دسته‌بندی گذار فازها را می‌توان بر اساس این معادلات بدست آورد. گذار فازها را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود.

۱- گذار فاز مرتبه‌ی اول که در آن مشتقات مرتبه اول (آنتروپی و حجم) انرژی آزاد گیبس ناپیوسته هستند و معادله کلاسیوس -کلاپیرون– ارنفست برآورده می‌شود.

۲- گذار فازهای پیوسته (مرتبه بالاتر) که در آن مشتقات مراتب دوم و بالاتر انرژی آزاد گیبس ناپیوسته هستند. ناپیوستگی در مشتقات مرتبه دوم، از روابط ارنفست برای سیاه‌چاله‌ها برای نخستین بار در مرجع [۵] بدست آمده است. مثالی از سیاه‌چاله رایسنر - نوردستروم پاد دوسیته در $(n+1)$ بعد با جزئیات بررسی شده است. گذار فاز این سیاه‌چاله توسط واگرایی ظرفیت گرمایی در زیر دمای بحرانی مشخص می‌شود. در این دو فاز علامت ظرفیت گرمایی متفاوت است و اصولا دو سیاه‌چالهٔ جدا، پاد دوسیته با جرم (شعاع افق) متفاوت هستند. سیاه‌چاله‌ای با جرم (شعاع افق) کمتر، ظرفیت گرمایی منفی دارد و بنا بر این در یک فاز ناپایدار است. از طرف دیگر، سیاه‌چاله‌ای با جرم (شعاع افق) بیشتر به صورت موضعی پایدار است، چون در ارتباط با یک گرمای ویژه مثبت است.

منظور از سیاه‌چاله‌های توپولوژیکی، جواب‌هایی هستند که تعبیر سیاه-چاله‌ای دارند و افق رویدادشان میتواند توپولوژی‌های مختلفی داشته باشد. بعبارت دیگر به مجموعه سیاه‌چاله‌هایی با افق تخت، کروی و هذلولوی، سیاه‌چاله‌های توپولوژیک گفته می شود

نظریه جهان‌های موازی یا چند جهانی توسط اورت پیشنهاد شد.

این نظریه که یکی از تفسیرهای مکانیک کوانتومی به حساب می‌آید، بیان می‌کند که با انجام عمل اندازه‌گیری، دنیا به تعداد نتایج ممکن آن اندازه‌گیری تقسیم می‌شود.

از طرفی نظریه چند جهانی اشاره به جهان‌هایی دارد که در کنار هم، هر آنچه وجود دارد را می‌سازند. این نام توسط ویلیام جیمز پیشنهاد شد.

معمولا این دو اصطلاح به جای یکدیگر به‌کار می‌روند، ولی اینجا ما به‌طور مختصر، ارتباط درهم‌تنیدگی کوانتومی را با چندجهانی بیان می‌کنیم.

در مقاله‌های دیگر به‌طور مفصل نشان داده‌ایم که چگونه درهم‌تنیدگی باعث می‌شود تا نتوانیم حالت‌های مستقل و منحصربفردی را به چندین کیک کوانتومی، نسبت دهیم.

وقتی نتوانیم در هر لحظه از زمان، یک حالت به سیستم، نسبت دهیم، می‌گوییم تاریخ‌های درهم تنیده (چند جهانی) داریم. دقیقاً همانطور که درهم‌تنیدگی عادی را با حذف برخی از احتمالات، بدست آوردیم، می‌توانیم تاریخ‌های درهم تنیده را هم با اندازه‌گیری‌هایی که اطلاعات جزیی در مورد واقعیت می‌دهند، ایجاد کرد.

در ساده‌ترین نوع تاریخ‌های درهم‌تنیده، فقط یک کیک کوانتومی داریم که آن را در دو زمان متفاوت، کنترل می‌کنیم.

با کمی زیرکی می‌توان مکملیت را نیز به این سیستم، اضافه کرد و به نظریه چند جهانی کوانتومی رسید.

کیک کوانتومی ابتدا در حالت قرمز آماده می‌شود و در زمان بعدی در حالت آبی، اندازه‌گیری می‌شود.

همانطور که در مثال‌های ساده‌ی بالا، در زمان‌های میانی، نه رنگ و نه شکل کیک کوانتومی را نمی‌توانیم تعیین کنیم، تاریخ‌های درهم‌تنیده هم به‌صورت کنترل شده و محدود، تحقق می‌یابند.

این همان تصویری است که زیربنای نظریه چندجهانی کوانتومی یا جهان‌های موازی را می‌سازد.

یک حالت مشخص می‌تواند به مسیرهای تاریخی متناقضی، شاخه شاخه شود که بعدا با هم جمع می‌شوند.

اروین شرودینگر، یکی از بنیان گذاران نظریه کوانتومی معتقد بود که تحول سیستم‌های کوانتومی منجر به حالت‌هایی می‌شود که ویژگی‌های به‌شدت متفاوتی دارند. در مورد آزمایش گربه شرودینگر، فرد قبل از اندازه‌گیری نمی‌تواند زنده یا مرده بودن گربه را تعیین کند. در واقع گربه در این حالت،در برزخی از مرگ و زندگی قرار دارد.

دید ماکروسکوپی ما برای توصیف مکملیت مکانیک کوانتومی مناسب نیست، چرا که در زندگی روزمره ما، سروکله‌اش پیدا نمی‌شود.

گربه‌های واقعی بسته به اینکه مرده یا زنده باشند، با شیوه‌های بسیار متفاوتی با ملکول‌های هوای اطرافشان، برهمکنش می‌کنند، بنا بر این عمل اندازه‌گیری، به‌طور خودکار انجام می‌شود و گربه یا زنده است یا مرده.

این در حالیست که تاریخ های درهم تنیده، یک کیک کوانتومی را توصیف می‌کنند که بچه گربه های شرودینگر به حساب می‌آیند.

توصیف کامل آن‌ها در زمان‌های میانی منوط به این است که هم ویژگی و هم مسیرها را درنظر بگیریم. دستیابی تجربی به تاریخ‌های درهم تنیده، بسیار حساس است، زیرا لازم است در مورد کیک کوانتومی، اطلاعات جزیی جمع کنیم.

این در حالیست که اندازه‌گیری‌های سنتی کوانتومی، به‌جای تقسیم اطلاعات جزیی در چند زمان، در یک زمان مشخص، اطلاعات کاملی به‌دست می‌دهند.

" حالا دیگر در فیزیک، چیزی برای کشف وجود ندارد.تنها چیزی که باقی مانده، اندازه‌گیری‌های دقیق و دقیق‌تر است ".

اگر چه جمله‌ی بالا برای ما قرن بیست و یکی‌ها، ابلهانه و خنده‌دار به‌نظر می‌رسد، اما درواقع مربوط به فیزیکدان اسکاتلندی مشهور، یعنی ویلیام توماس در آستانه‌ی قرن بیستم و اندکی قبل از ظهور مکانیک کوانتوم است .

مسلماً بسیاری از همکاران توماس در این مورد با او هم‌عقیده بودند.

نظریه‌های فیزیک کلاسیک، بارها آزمایش شده بود و به نظر می‌رسید که واقعیت را به بهترین نحو ممکن توصیف می‌کنند .

اما اندکی بعد، ورق برگشت و شکست‌های پی‌درپی مکانیک کلاسیک در توجیه نتایج، آغاز شد. این آغازی برای پیدایش فیزیک کوانتوم است.