

انرژی اتمی

از دل یک نیاز ملی

نباید فاجعه ملی بیرون بیاید

پل لانژون Paul Langevin
ترجمه و تلخیص دکتر رادمش

آنچه را می خوانید مقاله ایست علمی و در عین حال اجتماعی. زنده یاد دکتر رادمش دبیرکل وقت حزب توده ایران، این مقاله را در سال ۱۳۲۵ که روحانیون از رادیو هم وحشت داشتند چه رسد به اتم، آن را ترجمه و در نشریه "نامه مردم" که سردبیری آن با زنده یاد احسان طبری بود منتشر کرد. بی شک بر اطلاعاتی که در این مقاله مندرج است، کشفیات جدید اطلاعات بسیار گسترده تری افزوده است، اما پایه های اولیه آشنائی با نیروی اتم که در این مقاله مطرح است، همچنان به قوت خود باقی است و به همین دلیل نیز ما انتشار آن را در جنجال بزرگی که بر سر انرژی هسته ای در ایران برپاست و خطر نابودی آنچه با سرمایه ملی مردم ایران فراهم آمده و حاکمیت آن را می خواهد با تولید بمب اتم به بقای خود پیوند بزنند ضروری می دانیم. ضروری می دانیم بدان جهت که:

۱- حزب توده ایران، نه امروز و دیروز، که در دهه ۱۳۳۰ بهره گیری از انرژی اتمی و گسترش دانش اتمی را یک ضرورت ملی ارزیابی کرده بود و این مقاله خود شاهی بر این خواست ملی است.

۲- مردم ایران باید بدانند به چه دلیل دانش و پیشرفت هسته ای و اتمی یک ضرورت تاریخی و نیاز دوران است. و الا حمایت شعاری، با چفیه و پیشانی بند سبز و فریاد این باید اعدام گردد و حمله به این و یا آن سفارتخانه آن حمایت آگاهانه ای نیست که ضرورت دارد.

۳- آنچه که با آن باید مخالفت کرد نه تکنولوژی اتمی و دانش هسته ای در ایران و بهره گیری از این دستاورد دوران، بلکه تولید بمب اتم در ایران و ورود به مناقشه خطرناکی است که هم آنچه را تاکنون بدست آمده برباد می دهد و هم ویرانی ایران را بدنبال خواهد آورد. آنچه ما با آن مخالفیم همین بخش است و اتفاقا آنچه حاکمیت می خواهد از آن سوء استفاده کند و بحران پرنکبتی را که سرپای جامعه را گرفته زیر چتر آن پنهان کند همین مورد اخیر است.

۴- ما با آگاهی ملی از نیروی اتم قطعاً موافقیم، از جمله بدان دلیل که با همین شناخت می توان به جنگ آن خرافات و اوهامی رفت که حاکمیت و مرتجعین مذهبی در جامعه بدان دامن می زنند.

مقاله مورد نظر را ما نیز تا آنجا که درک کردیم تلخیص آن به اصل موضوع لطمه نمی زند خلاصه تر کردیم و کوشش کردیم حوصله خوانندگان خود را در نظر بگیریم.

با هم بخوانیم:

«نمی توان در مسئله بمب اتمی و اهمیتی که اختراع آن در سرنوشت بشریت دارد مبالغه نمود. در حقیقت موضوع مهمتر از اختراع، سلاح جدید و مخوفی است که در پایان جنگ دوم، از سوی امریکا بکار گرفته شد.

ما در دوره جدیدی قرار داریم. مناظری که بمراتب از حدود تخیلات کیمیا گران قدیمی تجاوز کرده است. دیگر صحبت از ترکیب طلا نیست، طلائی که بر خوشبختی بشر چیزی نخواهد افزود. در اختیار بشریت ذخائر تمام نشدنی انرژی هائی که طبیعت در دل اتم ها مخفی کرده، قرار گرفته است. انرژی مزبور در هسته های اتم، که وجود آن با شناختن رادیو اکتیویته کشف شده است، متمرکز می باشد. کشف رادیو اکتیویته با اسامی «هانری بکرل» Henri Becquerel و «پیر» و «ماری کوری» Pierre et Mari Curie بستگی تام دارد. کشف مزبور برای آینده بشریت با اهمیت کشف آتش برای بشر قابل مقایسه است.

در ابتدا رادیو اکتیو به معالجات طبی محدود شده بود. اکنون موقع آنست که ملت ها از قدرت جدیدی که علم در اختیار آنان گذاشته است، بنحو احسن استفاده نمایند و بر هر یک از ما واجب است که به حقیقت انقلاب فنی عظیمی که کشف اتم موجب آتش را فراهم ساخته است پی ببریم.

تقریباً تا هزار سال قبل برای انجام دادن انواع و اقسام کارهای مکانیکی از عضلات برده ها و نیروی کشش حیوانات استفاده می گردید. بعدها با ساختن کشتی های بادبانی و آسیاب های آبی از قدرت طبیعی هوا و آب نیز استفاده شد. ولی قدرت ناچیز وسائل مزبور به صنایع اجازه نداد از مرحله پیشه وری و صنایع دستی تجاوز نماید. در اواخر قرن هفدهم امکان تبدیل حرارت به کار، بوسیله ماشین بخار کشف گردید. ماشین بخار، صنایع بزرگ حمل و نقل سریع زمینی و دریائی و مبادلات بین المللی را بوجود آورد. در نتیجه با کشف مزبور دوره جدیدی در تاریخ مدنیت آغاز گردید. بعدها قوانین اسرارآمیز پدیده های الکتریکی و مغناطیسی کشف شد. از قوانین اخیر در ربع آخر قرن نوزدهم برای انتقال قوای تولید شده بوسیله ماشین بخار استفاده گردید. در همین موقع بود که اختراع توربین های بخار و ماشین های انفجاری قدرت های بزرگی را در اختیار ایشان گذاشت.

به این ترتیب طولی نکشید که به انرژی مکانیکی، که مستقیماً از جریان هوا و سقوط آبشارها بدست می آمد، نیروهای تازه ای با تبدیل انرژی شیمیائی بکار مکانیکی بوسیله ماشین های بخار و ماشین های انفجاری و ماشین های احتراقی که با سوزاندن ذغال و چوب و نفت بدست می آیند افزوده گردید.

منابع اخیر به طرقی کم و بیش متفاوت، از تشعشع نور آفتاب سرچشمه می گیرد. اثر نور در مورد ایجاد بادهای ناچیز است ولی در مدتی کمتر از چند ماه باعث آب شدن برف و یخچال ها و در ظرف ده ها سال موجب نشو و نماي جنگل ها می گردد. و بالاخره منابع مزبور در طول زمان دوره های بزرگ زمین شناسی (ژئولوژیکی) معادن ذغال و نفت را، که تا این اواخر مهمترین عوامل تولید انرژی بشمار رفته بودند، در اختیار بشر قرار داده اند.

بازده (راندمان) تبدیل انرژی آفتاب به انرژی های موجود در زمین، بسیار ناچیز است. فقط مقدار کمی از انرژی آفتاب مورد استفاده ما قرار می گیرد. تاکنون برای تبدیل مستقیم انرژی نورانی آفتاب به انرژی مکانیکی، و یا برای استفاده مستقیم از نور آفتاب برای گرم کردن دیگ های بخار، راه حل رضایت بخشی بدست نیامده است.

استفاده از منابع مذکور در بالا، صرفنظر از محدود بودن مقدار آنها، خالی از اشکال نیست. مثلاً استفاده از قدرت آب مستلزم ساختن سدهای بزرگ و لوله های طویل است. همچنین استخراج معادن ذغال و نفت و حمل و نقل آنها زحمات و مشقات زیادی را در بردارد.

به کمک کشف خاصیت رادیو آکتیویته، ما متوجه شده ایم که سرچشمه اصلی انرژی محتوی در خورشید، که مقدار ناچیزی از آن بوسیله تشعشع به ما می رسد، نیروی است که از استحاله ئیدوژن به هلیوم حاصل می گردد.

مقایسه قدرت نسبی اعمال مکانیکی یا شیمیائی، که بوسیله آب و هوا و ذغال و نفت حاصل می شود، با قدرتی که در نتیجه عمل استحاله در آفتاب بدست می آید، اهمیت انرژی حاصل از استحاله های اجسام را برای ما روشن می سازد. نیروی حاصل از سقوط یک کیلو گرم آب، از ارتفاع هزار متر، سه هزار بار کمتر از نیروی است که در نتیجه سوختن یک کیلوگرم ذغال یا نفت بدست می آید. و انرژی حاصل از احتراق یک کیلو ذغال یا نفت، بنوبه خود، بیست میلیون دفعه کمتر از انرژی ایست که در نتیجه استحاله یک کیلو ئیدروژن به هلیوم حاصل می شود. از این رو با توجه به اینکه در خورشید، در هر ثانیه پانصد میلیارد کیلوگرم ئیدروژن به هلیوم تبدیل می شود، می توان به اهمیت شگفت آور انرژی موجود در خورشید پی برد. از این رو برای ما واضح می شود، که تا چه اندازه مهم خواهد بود اگر بتوانیم عمل استحاله را خودمان انجام داده، از انرژی حاصل از استحاله های اجسام با راندمان رضایت بخشی مستقیماً استفاده نمائیم.

امروز راه استفاده از انرژی حاصل از استحاله های اجسام در مقابل ما باز شده است. گرچه راه مزبور خطرات زیادی را در بردارد ولی خطرهای مهمتر از امکان های حسن استفاده از آن نیست و با انتخاب طریق عاقلانه ای بخوبی می شود از این خطرهای نیز اجتناب نمود.

در ۱۸۹۶، یکسال پس از کشف اشعه «x» بوسیله رنتگن **Roentgen**، هانری بکرل کشف نمود که اورانیم **Uranium** و همچنین ترکیبات شیمیائی آن، خود بخود و بطور دائم، اشعه ای را که او در ابتدا خیال می کرد شبیه به اشعه ایکس است، از خود صادر می نماید. اشعه مزبور مانند اشعه ایکس صفحه های عکاسی را متأثر نموده، از مواعی که برای نور معمولی حاجب هستند عبور می کند و بعلاوه وقتی به هوا و گازی در مسیر خود برخورد می نماید خاصیت هدایت الکتریسته به آن می بخشد.

«پیر» و «ماری کوری» از صفت اخیر، که حساس ترین اوصاف آن و در نتیجه آسان ترین وسیله سنجش است، همین خواص را، که آن ها را خواص رادیو آکتیویته نامیدند در توریم **Thorium**، یکی از اجسام معروف عصر خود، کشف نمودند. بعداً اجسام تازه ای که تا آن زمان شناخته نشده بودند مانند پلونیوم **Polonium** و رادیوم **Radium**، که قدرت رادیو آکتیویشان میلیون بار بیشتر از قدرت اورانیم است، در سنگ های معدن اورانیم کشف نمودند. بزودی تقاضات پیرکوری و فیزیک دان های انگلیسی مانند رادفورد **Rutherford** و سدی **Soddy** نشان داد که ارسال اشعه جدید با استحاله هائی همراه است.

هر جسم رادیو آکتیو خود به خود به جسم دیگری، که از لحاظ خواص شیمیائی با جسم اولی متفاوت است و به نوبه خود معمولاً رادیو آکتیو است، تبدیل می گردد. این اجسام با عناصر رادیو آکتیو، که در نتیجه تبدلات متوالی حاصل می شوند، سه دسته مشخص تشکیل می دهند: دسته اورانیم، دسته توریم و دسته آکتینویم **Actinium** که بوسیله دبیرن **Debierne** کشف گردید.

نسل پنجم دسته اورانیم، رادیوم، و نسل سیزدهم آن پلونیوم و نسل چهاردهم آن سرب است. که جسم اخیر فاقد خاصیت رادیو آکتیو می باشد.

زمان لازم برای اینکه جسم رادیو آکتیو به جسم دیگری تبدیل شود نسبت به هر جسم تغییر می کند. زمان تبدیل برای نصف یک مقدار جسم رادیو آکتیو ممکن است از هزارم ثانیه تا چند میلیارد سال طول بکشد. مثلاً تبدیل نصف وزن یک مقدار اورانیم چهار میلیارد سال و تبدیل نصف یک مقدار توریم ده میلیارد سال بطول می انجامد. در صورتی که برای تبدیل

نصف یک مقدار رادیوم یک هزار و ششصد سال و برای تبدیل نصف «رادن»، که نسل بعد از رادیوم است، چهار روز وقت لازم است. پیرکوری در ۱۹۰۳، بر تظاهراتی که اجسام رادیو آکتیو با تشعشع خود بروز می دهند، ملاحظه نمود که از برخورد رادیوم با یکی از املاح رادیوم، در ضمن استحاله، حرارت عظیمی متصاعد می شود. حرارت مزبور میلیون ها بار بزرگتر از حرارتی است که معمولاً در فعل و انفعالات شیمیائی حاصل می شود. از این رو برای اولین بار خاصیت سطحی تبدلات شیمیائی، که به شخصیت اجسام مورد فعل و انفعال تغییر اساسی نمی دهد، معلوم گردید. بعلاوه واضح شد که استحاله ها باعث تغییرات عمیقی در اجسام می گردند.

معنای عمیق کشفیات جدید را، بدون توجه به تئوری اتمیک، که کشفیات مزبور از بسیاری جهات موجبات تأیید و توسعه آن را فراهم کرده، نمی توان استنباط نمود. برحسب این تئوری، بصورت ابتدائی اش، هر عنصر شیمیائی از اتم های شبیه بهم تشکیل یافته است. اتم های هر عنصر با اتم های عنصر دیگر از لحاظ جرم و خواص شیمیائی متفاوت است. سبکترین اتم ها نئیدروژن و سنگین ترین آن ها اورانیم است. فاصله بین این دو جسم اجسامی مانند هلیوم و آهن و ازت و اکسیژن و سدیم و کلر و گوگرد که از قدیم شناخته شده اند و جسم دیگری مانند اجسام رادیو آکتیو و ایزوتوپ های آنها، که در پنجاه سال اخیر کشف شده اند، قرار دارند.

طریقه های مختلف برای شمردن و وزن کردن و اندازه گیری آنها، که بی اندازه کوچک هستند، بکار برده شده و معلوم گردیده که در یک گرم نئیدروژن و شانزده گرم اکسیژن و دویست و سی و هشت گرم اورانیم، یعنی در یک مولوکول گرم از هر عنصر، ۶۰۶۱۰۲۲ دانه اتم موجود است. عدد ۶۰۶۱۱۰۲۲ را عدد «آوگادرو» می نامند. اتم های عناصر مختلف از حیث شکل و جرم با هم متفاوتند. اگر اتم ها را به شکل کره فرض نمایم قطر اتم نئیدروژن نصف قطر اجسام آکالین Licalin مانند سدیم و پتاسیم و غیره است. برای توجه به درجه کوچکی اتم، کافی است بدانیم که در فاصله یک میلیمتر می شود ۵ میلیون دانه اتم نئیدروژن را پهلوی پهلوی قرار داد.

کشف رادیو آکتیویته به ما اجازه داد که از سازمان داخلی اتم اطلاع حاصل نمایم. و معلوم شد که اتم ها از یک هسته مرکزی، با بار الکتریسته مثبت، که قطر آن یک ده هزارم قطر اتم است و ۹۹ هزارم جرم اتم در آن تمرکز یافته تشکیل شده است. هسته مرکزی مزبور از الکترون های منفی Negaton که عده آنها برحسب جنس شیمیائی اتم، از یک الکترون در نئیدروژن تا ۹۲ الکترون در اورانیم، ممکن است تغییر یابد، محاصره شده است.

جنس الکترون اتم مستقل از جنس شیمیائی اتمی است که به آن منتسب است. الکترون ها کاملاً بهم شبیه هستند و وزن یک الکترون تقریباً یک دو هزارم وزن یک اتم نئیدروژن است. الکترون منفی با الکترون مثبت Positon، که در ۱۹۳۲ کشف گردیده است، تفاوتی جز از لحاظ علامت بار الکتریک ندارد. الکترون های منفی، در تمام اتم ها وجود دارند و از سازمان اساسی ماده محسوب می شوند. در صورتی که الکترون های مثبت در داخل ماده موجودیت گذران و موقتی دارند و در نتیجه استحاله اجباری بعضی اجسام پیدا شده، مدت کوتاهی زیست می نمایند. بار الکتریکی مثبت در هسته مرکزی اتم ها متمرکز است. بار هسته مرکزی در اتم های اجسام، که فاقد هرگونه بار الکتریکی می باشد، بوسیله بار الکترون های موجود در حول هسته مرکزی حنثی می شوند. وجود بار الکتریکی مثبت یا منفی در یک جسم، منوط به کمی یا زیادی الکترون هائی است که اتم های آن جسم می بایست در شرایط معمولی حاوی باشند.

با وجود اختلافاتی که ظاهراً از لحاظ خواص شیمیائی در اتم ها دیده می شود، امروز ما می دانیم که تمام مواد موجود در طبیعت از دو جزء اصل و اساسی تشکیل شده اند. الکترون

Electron که در ابتداء شناخته شده است و پروتون **Proton** یا هسته ئیدروژن که بار آن مساوی و مختلف علامه با بار الکترون و جرم آن دو هزار برابر جرم الکترون است. به این ترتیب اتم ئیدروژن از یک پروتون و یک الکترون نزدیک به یکدیگر، بعلت قوای جاذبه و دافعه ای که بین آنها موجود است تشکیل شده است و می توان گفت که انواع دیگر اتم ها نیز در نتیجه تراکم عده ای از اتم های ئیدروژن تشکیل می یابند، تفسیر بالا شکل کامل عقیده ایست که یک قرن و نیم پیش «پروت» **Prout**، شیمیدان انگلیسی، بوسیله آن وحدت ماده را توضیح داده بود. صحت عقیده پروت در سی سال قبل بطور مشخص تأیید گردید.

اطلاعات کنونی ما از ساختمان دقیق اتم، از سال ۱۹۳۲ شروع می شود که در نتیجه تحقیقات **Bothe** و **Becker** در آلمان، **Frederic** و **Irène Joliot-Curie** در فرانسه و **Chadwick** در انگلستان، نوترون **Neutron** کشف گردید. نوترون، بطوری که از نامش پیدا است، از لحاظ الکتریکی خنثی است که می شود آن را حاصل اتحاد صمیمی یک الکترون و یک پروتون که بهم چسبیده اند پنداشت. جرم نوترون نزدیک به جرم پروتون یا نزدیک به جرم اتم ئیدروژن است و در حقیقت کمی بیشتر از این هر دو می باشد. از لحاظ نظریه نسبی، مقدار انرژی محتوی در نوترون، بیش از انرژی موجود در اتم ئیدروژن معمولی است. از این رو نتیجه می شود که نوترون آزاد، حالت ناپایداری را دارا است. می شود حدس زد که نوترون بعلت ناپایداری در حالت آزادی، بخودی خود با ارسال تشعشعی تبدیل به اتم ئیدروژن می گردد. و بعکس، نوترون ها وقتی که به نسبت مناسبی با پروتون ها جمع شوند و هسته های اتم های غیر از ئیدروژن را تشکیل دهند حالت پایداری را دارند. هسته اتم هائی که از اجتماع عده ای پروتون و نوترون تشکیل یافته اند، برای اینکه اتم خنثی ساخته شود، باید بوسیله عده ای الکترون مساوی عده پروتون هایی که در هسته موجود است، محاصره شده باشد. به این ترتیب از اجتماع یک نوترون و یک پروتون هسته پایداری به اسم دوتون **Deuton** بوجود می آید.

هر قدر در ردیف عناصر، برحسب وزن اتمیک آنها پیش برویم به عده نوترون ها در هسته اتم های عناصر بیشتر از عده پروتون ها افزوده می شود. وقتی که به اورانیم، سنگین ترین عناصر می رسیم ملاحظه می شود که در هسته آن صد و چهل و شش نوترون و نود و دو پروتون موجود است و برای اینکه اتم اورانیم از لحاظ الکتریکی خنثی گردد لازم می آید که در حول هسته آن ۹۲ الکترون پخش شده باشد.

هر نوع اتم با دو عدد مشخص شده است. عدد پروتون هائی که در هسته مرکزی اتم موجود است و بنام «عدد اتمیک»، که مساوی عده الکترون های خارج هسته مرکزی اتم خنثی است نامیده شده. این عدد بطوری که دیده ایم مبین خواص شیمیائی اتم است و در نتیجه محل اتم را در طبقه بندی عناصر مشخص می نماید. عدد دیگر از مجموع شماره نوترون ها و شماره پروتون های موجود در هسته مرکزی اتم نتیجه می شود.

جرم نوترون خیلی نزدیک به جرم پروتون یا جرم اتم ئیدروژن است. جرم هر اتم نسبت به جرم اتم ئیدروژن خیلی نزدیک به مجموع اجرام عده پروتون ها و نوترون هائی است که هسته مرکزی آن دربردارد. حاصل جمع مزبور، که همیشه عدد کاملی است، «جرم اتمیک» نامیده شده است.

جرم اتمیک برحسب نظریه وحدت ماده، مساوی عده اتم های ئیدروژنی است که از تمرکز آن ها، اتم مزبور بوجود می آید. از تمرکز دو اتم ئیدروژن اتم دوتریوم، و از تمرکز چهار اتم ئیدروژن اتم هلیوم، و از دوازده اتم ئیدروژن اتم کربن، و از چهارده اتم ئیدروژن اتم ازت، و از شانزده اتم ئیدروژن اتم اکسیژن و بالاخره از تمرکز دویست و سی و هشت اتم ئیدروژن اتم اورانیم بدست می آید.

تجربه ثابت کرده است که غیر از اتم نئیدروژن، جرم هر اتم با تقریبی کمتر از صدم، مساوی است با حاصل ضرب عدد «جرم اتمیک» آن در جرم اتم نئیدروژن؛ یعنی مساوی است با جرم عده اتم نئیدروژن هائی که تمرکز آنها موجب تکوین آن اتم می گردد. از نظر بیان اینرسی انرژی * نتیجه می شود که محتوی انرژی اتم کمتر از مقدار انرژی محتوی مجموع اتم های نئیدروژن است که تمرکز آنها باعث تکوین اتم گردیده است. تفاوت جرم اتم و جرم مجموع عده نئیدروژن های لازم، در حین تکوین بصورت انرژی تشعشعی از آن خارج می گردد.

به هر عده معینی از پروتون، که شخصیت شیمیائی اتم را تعیین می کند، می توان بمنظور ساختن هسته پایدار اتم، عده ای نوترون اضافه نمود. اتم های ساخته شده می توانند انواع مختلفی داشته باشند. انواع مختلف اتم مزبور از لحاظ خواص شیمیائی کاملاً شبیه بهم هستند و عدد اتمیک آنها (که مساوی است با عده پروتون های موجود در هسته و یا مساوی است با عده الکترون هائی که در حول هسته اتم خنثی قرار دارند) که مشخص خاصیت شیمیائی اتم است، با هم مساوی ولی جرم اتمیک آنها (مساوی حاصل جمع اجرام نوترون ها و پروتون یهای موجود در هسته مرکزی) بعلت تفاوت نوترون های موجود در هسته مرکزی با یکدیگر متفاوتند.

اغلب عناصری که در طبیعت وجود دارند انواع مختلف الوزن **Isotopes** می باشند. انواع مزبور برای بعضی از عناصر، مانند قلع و جیوه ممکن است تا ده نوع برسد. اورانیم، سنگین ترین عناصر، هم مخلوطی از انواع مختلف است. تحقیقات جدید در استحاله ها، وجود هسته های موقتی و کم و بیش ناپایداری را نشان می دهد. هسته های ناپایدار مزبور با وجودی که عده پروتون ها و نوترون های آنها ثابت است، از لحاظ انرژی با هم متفاوتند.

هسته های اورانیم و توریم و اتم های رادیو آکتیو که مابین این اجسام و سرب می باشند در وضع بغرنجی قرار دارند و ساختمان این قبیل هسته ها بخودی خود به وضع های جدیدی تبدیل می گردند. تبدیل حالت هسته های مزبور همیشه با انقطاع قسمت هائی از هسته و صدور انرژی بشکل «انرژی سینتیک» قسمت های جدا شده و ارسال انرژی تشعشعی شبیه به اشعه X (اشعه گامای اجسام رادیو آکتیو) همراه است.

اجسام رادیو آکتیو طبیعی بخودی خود بدون دخالت یک عامل خارجی، از خود الکترون های منفی (اشعه بتای اجسام رادیو آکتیو) و هسته های هلیوم یا هلیوم (اشعه آلفای اجسام رادیو آکتیو) که هسته های پایداری هستند خارج می نمایند.

هر وقت یکی از نوترون های هسته به یک پروتون و یک الکترون تقسیم گردد، یک الکترون از هسته مزبور خارج می گردد و نوترون به پروتون، که از حیث وزن تقریباً مساوی نوترون است، تبدیل می شود. در نتیجه وزن اتمیک بدون تغییر می ماند. ولی بر عدد اتمیک یک واحد اضافه می گردد. در ورد صدور ذره α هسته اتم جسم رادیو آکتیو، دو پروتون و دو نوترون از دست می دهد. در نتیجه این عمل از وزن اتمیک اتم، چهار واحد و از عدد اتمیک آن، دو واحد کاسته می شود. در هر دو حال، چه در مورد صدور ذره «بتا» و چه در هنگام صدور ذره «آلفا»، در خاصیت شیمیائی اتم رادیو آکتیو تغییری حاصل نمی گردد. زیرا در حال اول یعنی در مورد صدور «بتا»، استقرار حالت جدید تعادل، متضمن افزایش یک الکترون بر عده الکترون های حول هسته مرکزی اتم، و در حال دوم یعنی در مورد صدور «آلفا»، استقرار حالت تعادل جدید، مستلزم نقصان دو الکترون از عده الکترون های موجود در حول هسته مرکزی اتم رادیو آکتیو مورد آزمایش است. تجربه، تفسیرهای بالا را با کمال دقت تائید می نماید. بخوبی آشکار می شود که استحاله ها در نتیجه تغییر هسته مرکزی اتم صورت می گیرد و انجام شدن آن با دخالت پروتون ها و الکترون ها و

نوترون ها صورت پذیراست. بعلاوه در استحاله ها مقدار زیادی انرژی که با انرژی فعل و انفعالات شیمیائی (که در آنها فقط مداخله الکترون های حول هسته مرکزی ضروری است) غیر قابل مقایسه است، دخالت می نمایند.

واضح است که استحاله های خود بخودی اجسام رادیو اکتیو تنها مربوط بوضع داخلی هسته مرکزی آنها است؛ و تغییرات خارجی از قبیل تغییر درجه حرارت یا افزایش فشار یا واقع بودن در ترکیب های مختلف شیمیائی، مانع از انجام شدن استحاله طبیعی اجسام مزبور نمی شود. زیرا تغییرات اخیر قط در خارج از هسته مرکزی به الکترون های موجود در حول هسته مرکزی مربوط است و موجبات هیچگونه تغییری را در هسته مرکزی اتم فراهم نمی نماید.

کشف رادیو اکتیویته مصنوعی نتایج فراوانی داشته است. در عرض چند سال با بمباران کردن هسته های موجود در طبیعت، بوسیله پروتون و دتن و هلیون و نوترون، توانسته اند بیش از هفتصد نوع جدید اتم رادیو اکتیو بدست آورند. بعضی از این انواع موارد استعمال علمی مهمی دارند و می توانند بخوبی بجای اجسام رادیو اکتیو طبیعی مورد استفاده قرار گیرند. نمونه ای از اعمال هسته ای که امروز بسیار مهم است و از آن در مورد بمب اتمی استفاده می شود که ما موظفیم استعمال آن را در جاده سودمندی بیاندازیم، عمل نوترون بر روی بعضی از هسته های اورانیم است.

همانطوری که بی احتیاطی یک سیگارکش ممکن است جنگی را آتش بزند، آیا استحاله ای که در بمب اتمیک یا در استحاله ای که در «سوپر سانترال» حرارتی آینده، که مقداری اورانیم را به عوض ذغال و مازوت مصرف می کند، آغاز می شود، نمی تواند باعث انفجار کره زمین ما گردد؟ ما می توانیم با کمال اطمینان به این سؤال جواب منفی بدهیم. برای استحاله هائی که ما در شرایط فعلی بوجود می آوریم چنین جنگلی وجود ندارد.

موادی که برای احتراق و استحاله در اجاق های جدید بکار برده می شوند نمی توانند احتراق و استحاله خود را به اجسام مجاور خود و به موادی که زمین ما ازین ساخته شده است منتقل نمایند. همانطوری که وقتی ذغال در اجاقی می سوزد نمی تواند باعث احتراق آجرهائی که با آن ساخته شده است گردد. نسبت اورانیومی که در اجسام مجاور وجود دارد بسیار ضعیف است و به این دلیل نمی تواند باعث انتشار استحاله گردد. شناسائی جرم اتمیک به ما نشان می دهد که قسمت اعظم اتم هائی که کره زمین ما را تشکیل داده اند بعلت ضعف انرژی قوی در آن ها بحدی پایدارند که استحاله آن ها نه تنها موجب صدور انرژی نمی گردد بلکه بعکس استحاله آن ها مستلزم استعمال انرژی های خارجی است. بنابراین هیچ گونه مصیبتی، اقلاً از نوعی که مورد بحث ماست، وجود ندارد.

تنها مصیبتی که باید از آن ترسید استعمال اختیاری امکانهائی جدید بمنظور خرابی و ویرانی است و این وظیفه ماست که مانع ازین شویم و تکنیک استحاله ها را بسوی بهبودی دادن به سرنوشت انسانی هدایت نمائیم. از این رو استحاله که قدرت بی حد و حصری را در اختیار ما می گذارد خدمت مهمی را می تواند انجام دهد.

پیش از جنگ، قبل از آنکه وضع تحقیق علمی از لحاظ استعمال آن تغییر پذیرد، ژولیو کوری ساختن مراکز حرارتی مخصوصی را پیش بینی نمود که هر یک از آن مراکز صد هزار کیلو وات بطور دائم تولید نمایند. و سالیانه فقط یک تن اورانیم، بعوض سه میلیون تن ذغال یا مازوت لازم برای سوخت مراکزی که با توربین های بخار فعلی مجهزند، مصرف کنند.

این قدرت بیش از یک دهم تمام قدرت هائی است که امروز بوسیله کلیه کارخانه های الکتریکی و آبی و حرارتی در فرانسه وجود دارد. بطوری که تمام مصرف الکتریکی کشور فرانسه در سال بوسیله استحاله کمتر از ده تن اورانیم و مقداری که بوسیله یک واگن می شود

حمل نمود تامین گردد. به آسانی می توان حساب نمود که نیروئی در اختیار هر یک از ساکنین فرانسه گذاشته شده است و بشکل مکانیکی مصرف می گردد، معادل کاری است که ده آدم قوی هیکل انجام می دهند.

این آزادی مادی موجبات آزادی معنوی را فراهم می سازد. کم شدن کار انسانی باعث می گردد که فرهنگ در طبقات وسیعی توسعه یابد. و با توسعه فرهنگ ماشین های دقیق تر و مهم تری ساخته خواهد شد و ماشین های مزبور بنوبه خود از زحمت انسانی بیشتر خواهد کاست.

امروز برای عملی کردن تکنیک جدید و راه انداختن ماشین های دقیق، معلومات و اطلاعات بیش از پیش عالی تری برای هر فردی از اجتماع و بنفع تمام اجتماع، به منظور فهم بیشتری از سازمان جهان و قوانینی که بر طبیعت و انسان حکم فرماست، ضروری است. «